ISTITUZIONI

DI

AGRICOLTURA

ISTITUZIONI
SCIENTIFICHE E TECNICHE

OSSIA

CORSO TEORICO E PRATICO

DI

AGRICOLTURA

LIBRI XXX

DI

CARLO BERTI PICHAT

dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna: della Società Agraria di quella Provincia: socio corrispondente della R. Accademia di Agricoltura di Torino, della Società Agraria di Reggio, Pesaro, ec. e segretario perpetuo della Conferenza Agraria di Bologna.

Volume Primo

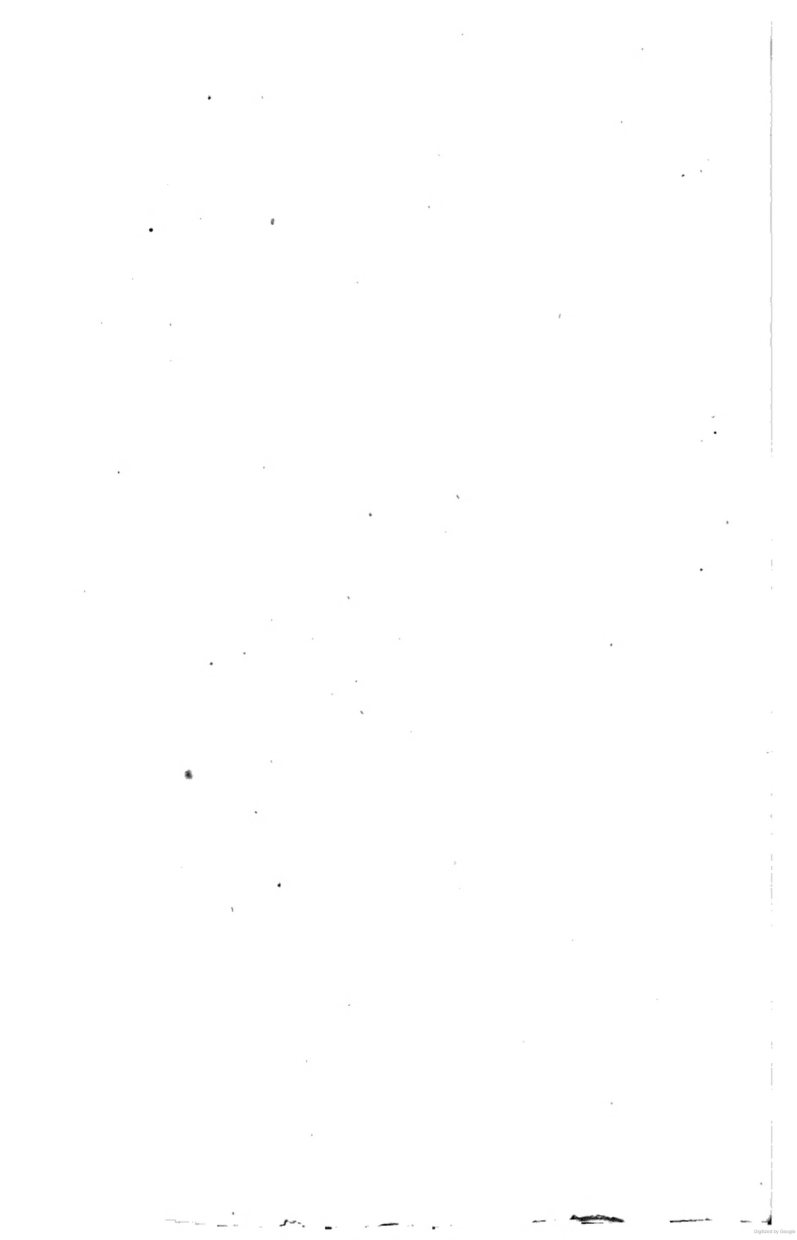
TORINO
CUGINI POMBA E COMP. EDITORI
1851

ALLA

ASSOCIAZIONE AGRARIA

QUESTE

ISTITUZIONI D'AGRICOLTURA

VOLEVA L'AUTORE DEDICATE

A G. PLEZZA SENATORE

PRESIDE DELLA

ASSOCIAZIONE AGRARIA

*Dapoichè vidi l'*Associazione Agraria *indotta ad acquistare pe' Comizii opere francesi d'Agricoltura, ed alcuno de' suoi più distinti Socii proporre la ristampa della* Maison Rustique, *n'ebbi argomento della opportunità di un Trattato d'Agricoltura, italiano, e rispondente agli odierni perfezionamenti della scienza e dell'arte. E fin d'allora mi cadde in pensiero di cimentarmi a sopperirvi.*

Venuto in questa terra italiana, non so s'io mi ripeta Deus nobis haec otia fecit; *ma gli è pur vero trovandomi agio di tempo, e, acciò il dica, disvelto da ogni dimestica e campestre faccenda; avvivato dal coraggioso concorso di questi chiari Editori, Cugini Pomba e Comp., ho dato opera a comporre, quanto per me si poteva, nuove ed elaborate Istituzioni d'Agricoltura. E siccome in questo invidiabile paese, quanti nutrono affetto all'arte nobilissima del coltivare, appartengono,*

o appartennero a quella grande Associazione, *e da lei mosse il mio divisamento, perciò vorrei pure offerirgliele, se non me ne ritraesse il timore che sieno troppo inferiori allo studio e alla lunga fatica ch'io vi posi, perchè fossero degne d'esserle offerte.*

*Se non che il cortesissimo animo e l'affettuosa benevolenza vostra, egregio e spettabilissimo Signore, dannomi fidanza che, da Voi meritissimo Preside dell'*Associazione, *venendole presentate, siccome caldamente ve ne prego, otterranno favorevole accoglimento in riguardo, a Voi che sì degnamente la reggete e rincorate, ed al mio buon volere e intendimento di giovare comunque io possa, com'è di Lei nobile istituto, al perfezionamento dell'Agricoltura. La quale è da voi in ispecie sì prosperamente coltivata, ed a cui dobbiamo intendere a tutta possa. Imperciocchè, per dirlo con parole vostre dirette nel* 1843 *a quel Comizio di Mortara « ci fu prima d'ora rapito il commercio d'Europa, » e le manifatture di seta ch'erano nel medio evo la ricchezza d'Italia. » Teniamoci adunque fermi a far valere quanto più è possibile le in- » digene produzioni che ci rimangono ».*

E nella fiducia che darete benigno ascoltamento alla mia preghiera, mi riesce gratissimo il presente incontro, onde professarvi anche pubblicamente la mia considerazione e profonda osservanza.

Torino, gennaio 1851.

C. Berti Pichat

Gli Editori

Essendo unico scopo nostro il dotare, per quanto è in noi, la patria nostra di libri, che a vero utile e decoro suo vadano a riuscire, già tentammo questa via col dare opera alla pubblicazione della Biblioteca dell'economista che tutta Italia conosce ed apprezza, e ne abbiamo affidata la direzione al chiaro ingegno del signor *Francesco Ferrara* professore di *Economia politica* nella R. Università di Torino.

Altre opere di minor volume, abbenchè di assai merito nella rispettiva loro categoria, abbiamo pure cominciato a mandare alla luce, e queste sono il Trattato elementare delle operazioni chirurgiche del professore *Ignazio G. B. Ghersi*; gli Elementi di fisica ad uso dei Collegi Nazionali e dei Licei del prof. *Gianalessandro Maiocchi*; la Giurisprudenza degli stati sardi compilato dall'avv. *Filippo Bettini*; il Supplemento all'enciclopedia popolare diretto dal sig. *Francesco Predari*; e diverse altre che troppo lungo sarebbe qui lo enumerare; non tralasciando nel tempo medesimo di proseguire la stampa di non poche grandiose opere che l'onorevole nostro predecessore cav. *Giuseppe Pomba* ci lasciava incamminate, fra le quali, per non citare che le due più importanti, accenneremo la settima edizione torinese della Storia universale di *Cesare Cantù* e il grande Vocabolario latino–italiano e italiano–latino compilato da *Antonio Bazzarini* e riveduto dal cav. professore *Tomaso Vallauri*.

Ma quantunque ci paresse di avere con queste opere provveduto intanto agli studi di non poche classi di persone, vedendo come i concittadini nostri ci dessero prove di simpatia e motivo d'incoraggiamento colle molte associazioni di cui onoravano le dette intraprese nostre, per degnamente assecondare chi in tal modo ci animava, cre-

demmo che fra le utilissime cose da farsi, prima forse era quella di riempiere una vera lacuna della libreria italiana per la quale uno dei più vitali interessi nostri, e forse il più importante di tutti, non aveva un codice dove attingere norme, regole, consigli e utili provvedimenti. Infatti non vediamo in Italia un'opera di polso, fatta con coscienza, la quale tratti *ex professo* dell'Agricoltura teoricamente e praticamente; e sì che il bel paese nostro è in genere più agricola che industriale; e pertanto l'agricoltura restava tuttavia in mano di praticanti i vecchi metodi, nessun pensiero dandosi delle recenti accertate scoperte, nè dei progressi che la vieta cultura della terra cangiarono in scienza.

E tanto ci doleva di questa mancanza che quasi avevamo in animo di procurare una edizione italiana della *Maison Rustique du XIX siécle*, appropriandola alle condizioni dell'agricoltura italiana, giacchè questa opera ebbe un grandissimo spaccio in Francia e anche presso di noi, perchè priva l'Italia di un buon libro originale su questa essenzialissima materia; quando il sig. Berti Pichat uomo notissimo e caro agli agronomi e agricoltori italiani, ci propose la stampa delle sue Istituzioni scientifiche e tecniche ossia corso teorico e pratico di agricoltura; e noi che sapevamo di quanta dottrina ei fosse fornito nell'amplissima materia, perchè teorico distintissimo e pratico esperimentatore da più di 25 anni nelle vaste sue possessioni in sul bolognese, ci tenemmo fortunati di poter meglio e più degnamente assecondare assieme al suo il nostro desiderio, avendo la certezza di poter dotare a questo modo la patria nostra di un'opera originale, frutto di tanti anni di dotti studi e di ripetute esperienze, opera che non temiamo di dirlo verrà meritamente stimata anche dalle altre nazioni europee che più tengono in fiore la scienza agraria.

I proprietarii di grandi e piccoli poderi, i fattori e i coloni avranno in questo libro tutto quel meglio che sopra questa materia si è trovato fin qui, e ciò esposto in modo chiaro ed esatto; e dal miglioramento delle loro terre e dalla moltiplicazione dei prodotti, che dai saggi precetti ne verrà loro, siamo certi che trarranno motivo di riconoscenza e per l'Autore e per gli Editori del libro medesimo.

PRODROMO

1. Un Trattato completo teorico e pratico d'Agricoltura è generalmente desiderato. Ed io franco l'assevero dappoichè questa grande Associazione Agraria piemontese l'ebbe essa pure a rilevare.

Eppure non si parrebbe egli cotesto un paradosso, avvegnachè lo studio della cosa rustica sia nell'età presente sì favoreggiato da scrittori, e scrivacchiatori d'ogni fatta e misura da non rimanere oggimai campestre bisogna o faccenda di cui non s'abbiano articoli, memorie e volumi sì veramente da formarne speciali biblioteche? Ma se tanta è la copia di pubblicazioni più o meno georgiche, se non pochi scienziati si compiacciono entrare il campo agronomico, e largire precetti e teoriche da sbigottirne gli studiosi anche più fatichevoli, qui appunto sta grave il busilli, chè lo scegliere è fatto poco men malagevole all'agricoltore quanto districarsi da ginepraio.

2. Investigare adunque, ricogliere, confrontare, sagacemente ordinare e coordinare coll'esperienza quanto di meglio si è pubblicato in questa metà di secolo, che giusto si compie coll'anno cadente, è quanto manca, e può utilmente prodursi in forma di Istituzioni teoriche e pratiche di Agricoltura discretamente ristrette a quanto è indispensabile e necessario. Gli *Elementi di Agricoltura* di Filippo Re, meritevoli della celebrità ottenuta, oggi troppo distano dal progresso della scienza e dell'arte. Il *Dizionario* del Gera, la *Biblioteca agraria* del Moretti e Chiolini abbondano di nozioni pregevoli, ma non soddisfano a condizioni di forma e di ordinamento di un Corso d'Agricoltura. Nell'opere analoghe d'oltremonte è facile rilevare come nella *Maison Rustique du XIX siecle*, le qualità commendevoli molte, parecchie le trattazioni manchevoli, non poche le superflue ed estranee. Nel *Cours d'agriculture* del Gasparin è lusso di teoriche disquisizioni, con sublimi dottrine, ma con tal metodo ch'io tengo assai bello in sembianza e non di rado fallibile in effetto. L'altro *Cours* dei Girardin e Du Breuil intralascia parti essenziali, nè svolge a capello la tecnica esecuzione.

3. Nè dirò d'altri per non vestir foggie di criticatore. In ogni modo per quantunque dotti si vogliano e stimabili gli autori di Francia, d'Inghilterra e di Lamagna, non sarebbe egli pregio dell'opera un Trattato italiano, se mi bastasse l'ingegno a comporre questo mio, come vorrei offerirlo? È Italia, e sarà ognora, antica e perpetua maestra del coltivare. I suoi scrittori da Pal-

LADIO e CRESCENZIO a Filippo RE furono i migliori d'ogni secolo. Il tempo ha fatto ragione dei singolari suppositi di non pochi più presto agrosofi anzichè agronomi: ha fatto ragione di parecchie sentenze del DAVY, come avverrà d'altre d'altri moderni di cui sarà parola a suo luogo: ma de' scrittori italiani è ancor saldo il precetto in faccia ad esperienza, e i più memorevoli ammaestramenti in Italia nati ed attuati da secoli, sono ancora oggetto di studio per coloro d'oltralpe e oltremare; dove è celebrato spesso per nuovo, quant'è d'antico ausato in Italia siccome attestano non poche pratiche degli INGRASSI, del SOVESCIO, del MARNARE, dell'ADEBBIARE, del GESSARE, dell'INCALCINARE, per tacere del mirabile ingegno dell'IRRIGAZIONE, delle COLMATE, del FOGNARE *(drainage)* e di tante altre italiane pratiche di cui mano a mano sarà discorso.

4. Dopociò parmi abbastanza dimostrato come e' sia convenevole, oltrecchè necessario, un nuovo Trattato italiano d'agricoltura, e dirò come io intenda comporre queste mie ISTITUZIONI TEORICHE e PRATICHE acciò rispondano al desiderio ed all'interesse dell'agricoltore.

5. Con libri far libri è moderno e facil costume: per ventura più straniero che nostro. Per verità non mi starò io pure dal giovarmi di quanto si è, o addivenga di ragion pubblica, semprecchè non discordi dal crogiuolo dell'esperienza, altro più sicuro e intendevole, che non quello dei chimici; nè vo' mi si creda della schiera di coloro che per dispetto col nuovo secolo, perchè il nuovo secolo li ripudia, s'arrovellano ognora contro l'oggidì per tornarsi al tempo degli avi, o meglio delle ghiande, avvegnachè se deesi indietrare non v'è ragione di soffermarsi al secolo passato anzichè ad altro più antico. Ho intendimento di far tesoro di quanto è di buono sia d'antiche o moderne produzioni, in ispecie italiane, ma formandone un'*OPERA* appieno *ORIGINALE*. E lunghi studii e più lungo sperimentare mi confortano di aggiugnere il doppio scopo di offerirne la *parte scientifica* trattevole e in accordanza colla buona pratica, e questa *parte pratica* tanto più profittevole quanto più razionale e conseguitante a quella scientifica.

6. Ma questa benedetta agricoltura è fatta omai soggetto dismisurato, enciclopedico: quindi la difficoltà di un ordinamento gravissima. Dal PROSPETTO sintetico N. 1 posto a pag. XXIV e XXV, è da rilevare la diramazione, distribuzione e collegamento delle parti dell'opera, derivando cotale ordinamento dal considerare il lettore come digiuno d'ogni nozione agronomica, però volenteroso di apprendere modo di ritrarre il massimo possibile profitto da un tenimento, podere, o terreno qualunque, sia questo affatto vergine o incolto, sia comunque vogliasi coltivato.

Quindi ho adottato due grandi divisioni e cioè:

PARTE PRIMA

AGRICOLTURA TEORICA – o – *AGROLOGIA*

PARTE SECONDA

AGRICOLTURA PRATICA – o – *AGRONOMIA*

le quali si compongono come segue:

ISTITUZIONI SCIENTIFICHE o *AGROLOGIA*

CIOÈ { ISTITUZIONI FISICHE in libri 7 (1° volume)
ISTITUZIONI ECONOMICHE in libri 4 (2° volume)

ISTITUZIONI TECNICHE o *AGRONOMIA*

CIOÈ { ISTITUZIONI PRATICHE RURALI in lib. 16 (3°, 4°, e 5° vol.)
ISTITUZIONI AGRICOLE INDUSTRIALI in lib. 3 (6° vol.)

Nelle CONSIDERAZIONI GENERALI che faranno seguito al presente Prodromo, si avrà ragione di questa divisione, potendo intanto chiarirne l'intendimento l'altro PROSPETTO (N. 2 pag. XXVI) delle principali materie di ogni Libro, siccome varranno le parole che seguono ad offerire un' idea di quanto pertenga a ciascuna divisione.

PARTE PRIMA

ISTITUZIONI SCIENTIFICHE – o – *AGROLOGIA*

Volume 1° ISTITUZIONI FISICHE

7. Le scienze hanno fatto immensi progressi; e in questo secolo a singolare vantaggio delle industrie e delle arti. Ma non sì venturosamente per l'agricoltura, almeno in riguardamento alla pratica. Se molti scienziati, nè pochi di gran vaglia, hanno degnato di professarsene cultori, hannola non di rado soperchiata con tante dottrine che sovente si succedono o contradiano, da indurre i pratici anzichè a fiducia, a disamore della scienza, e a perdurare negghienti nell'empirismo. Che diacine, e' si dicono, ha da comprendere un campaiuolo discreto lorchè gli si afferma da un BOUSSINGAULT le piante per unica opera d'acqua e di gas atmosferici poter crescere e maturare? o da un BRACONNOT che per aver frutti da un albero è d'uopo *infermarlo?* spesso anche *bastonarlo?* meglio ancora *avvelenarlo*? Provate un po' a dire in sul grave a un contadino, che il bestiame è un male, perchè il letame è anticaglia da dismettere, la nuova perfezione agrologica esigere soltanto di *salare* il terreno, ovvero condirlo con puri estratti o essenze del LIEBIG vendute in ampolle a Londra dal *Muspratt* e consorti? anzi il sublime dell'arte, a stima dei BIRCKES dei PAILLARD e BERNARD prescrivere di sementare il grano, senza concime non solo ma senza nemmanco lavoro di sorta, ed aversene magnifico prodotto sol che si voglia gettarne i semi sul cristallo e sul marmo?

Ma se vero è trasmodare certe dottrine con singolare disinvoltura professate anche da celebrati teorici, è altresì vero prestare le scienze utilissime norme all'agricoltura. Disse già il *Fellemberg* italiano, il RIDOLFI, che «l'agronomia trovasi in una fase nuova, importante, e piena d'emergenze che PALLADIO e COLUMELLA non descrivono, ed a provvedere alle quali non bastano i loro, d'altronde aurei precetti.» Laonde standomi all' incontrovertibile ammonimento del filosofo da Verulamio, ***neque fingendum aut excogitandum sed inveniendum***

quid natura faciat aut ferat, o per volgare, poggiandomi costantemente all'osservazione dei fatti, m'ingegnerò di svolgere la matassa delle innumerevoli nozioni teoriche prodigate sino a' moderni giorni all'ingenua arte del coltivare. disceglicndo le indispensabili al vero agronomo, a modo d'informarne vantaggiosa ed irrepugnabile norma alla pratica.

8. Fondamento della scienza agronomica è conoscere il mirabile fenomeno della vegetazione, onde perno principale è l'esatta nozione del *vegetabile.* E prima è bisogno d'idee chiare, e precise sulle generali proprietà e leggi della natura. Stringendomi a tutto che importi ad agricoltore cui prema investigare ed apprendere la ragione delle opere, ho dato cominciamento collo studio generale del MONDO ossia colle COGNIZIONI COSMOLOGICHE GENERALI nella loro applicazione ristretta alle scienze georgiche. Però nella coltivazione del vegetabile essendo principale l'influenza de'mezzi, siccome ARIA, ACQUA E TERRENO, ed occorrendo perchè la coltivazione sia completa e proficua, lavori ed ingrassi forniti dall'ANIMALE (mercè del quale è dato inoltre produrre pelli, lane, latte, carni ec. prodotti pregevoli quanto il lino, la canepa, e lo stesso grano) quindi a tutti questi subbietti sono destinati libri speciali. A quali farà seguito il più necessario e per avventura il più grave di tutta l'opera, e che ho intitolato MECANISMO DELLA PRODUZIONE o *Fisiologia agraria*, diretto a spiegare per quali ingegni dell'uomo e della natura avvengano i fenomeni principali, che l'arte di certa guisa produce nella coltivazione: il perchè ed il come agiscano per forzare di qualche modo la natura a produrre come e quanto aggrada al coltivatore: i limiti cui dee ristarsi il medesimo nelle sue intraprese. È in questo libro il più di quanto suole trattarsi nelle speciali opere di chimica agraria; chimica fatta e rifatta assai volte con poco soddisfacimento de' pratici per motivo ben manifesto. Imperciocchè il volere spiegare il meraviglioso processo della produzione riguardandolo pressochè unicamente con quella, detta dal CARUS *morta veduta* de'chimici, può dare soltanto come da ultimo ha pur consentito lo stesso LIEBIG, *un resultat chimique.* Il problema della vegetazione considerata opera di coltivazione, è sì complesso da non potersi discutere senza il concorso di tutte le nozioni sviluppate appunto ne'libri che fo precedere: senzachè una *Chimica agraria* o una *Fisica agraria* isolata, riescono a stento comprendibili nè d'utilità diretta pel coltivatore.

9. Perciò il volume delle ISTITUZIONI FISICHE si comporrà come segue:

Libro	I.	IL MONDO	o *COSMOLOGIA AGRARIA*
»	II.	L'ARIA	o *METEOROLOGIA AGRARIA*
»	III.	L'ACQUA	o *IDROLOGIA AGRARIA*
»	IV.	IL TERRENO . . .	o *GEONOMIA*
»	V.	IL VEGETABILE .	o *BOTANICA AGRARIA*
»	VI.	L'ANIMALE	o *ZOOLOGIA AGRARIA*
»	VII.	MECCANISMO della PRODUZIONE .	o *FISIOLOGIA AGRARIA*

Questo volume riescirà facile nè increscevole anco ai pratici, avvegnachè ristretto a semplice descrizione e cognizione scientifica degli oggetti intorno cui versa la coltivazione. Benchè tutto relativo alla scienza anzichè all'arte,

mi giova sperare di offerirlo accettevole anco a' più schifiltosi, quali sconfidano o impaurano delle astrazioni teoriche. Conciossiachè per fare un AGRONOMO uopo non sia di farne un MATEMATICO, un GEOLOGO, un CHIMICO: eccesso questo da lasciare a taluni *trattatisti* di Francia e Lamagna: e per quantunque si paia arduo, maestrevole. foggiare aggiustatamente la scienza ad intendimento popolare, lo si dee procacciare se pur vuoi che s'ascolti e siapplichi dall'agricoltore. E tale è il divisamento cui ho inteso a tutt'uomo, e che agevolerannomi a conseguire anco gli occorrevoli disegni, come sarà p. e. il seguente indicante vasi vegetali ec.

Vol. 2° ISTITUZIONI ECONOMICHE o *ECONOMIA RURALE*

10. Acquistata la cognizione generale dell'azione diretta delle forze e leggi della natura, occorre investigare quanto e come, e per che modo debba svolgersi ed esercitarsi l'azione dell' uomo, secondo ingegno ed utilità del medesimo, per fornirlo de' prodotti necessarii alla sua esistenza, ai suoi comodi, e a' suoi piaceri. Nella quale congiunta intervenzione dell' intelligenza e dell'opera dell'uomo si fonda per mio avviso, quella parte dell'agricoltura che dicesi *ECONOMIA RURALE*, di cui le seguenti indicazioni svelano l'importanza, e l'estensione.

11. Primamente: è da studiare l'Uomo ne' rapporti della SOCIETÀ coll'agricoltura, perchè invano darebbe opera alla più squisita coltivazione, se non risponde la condizione ECONOMICA CIVILE dell'umano consorzio. Il cenno delle materie discorse nel relativo LIBRO VIII. chiarisce di che momento sia questo studio nell'agricoltura. La quale siccome arte nobilissima dell'uomo libero, perchè *nihil homine libero dignius*, rifugge egualmente dalla TIRANNIDE e dalla LICENZA: dalla SCHIAVITU' e dalla ANARCHIA: dal SERVAGGIO di gleba, e dalla LEGGE AGRARIA: dal PRIVILEGIO e dalla FEUDALITÀ, come dalla proprietà COMUNISTICA e dalla COMUNALE.

12. Secondamente: l'UOMO, per che modo si voglia, interessato nella coltivazione, ossia ne' suoi rapporti come individuo coll'agricoltura, sia possidente. sia lavoratore, sia sotto qualunque de' titoli notati ne' subbietti rispondenti al IX. LIBRO, formerà oggetto di studio speciale per tutte classi di persone all' agricoltura più o meno aderenti o pertinenti, e sarà come l' ECONOMIA MORALE AGRARIA.

13. Terzamente: è da conoscere il CAPITALE, cioè il fondo, scorte ec. e tuttochè forma gli Elementi economici dell'intrapresa, e ciò sarà subbietto del X. LIBRO.

14. Infine: come l'intrapresa debba essere organizzata, condotta ed amministrata sarà convenevolmente discorso nel XI. LIBRO, il quale comprenderà rigorosi e non men facili principii del calcolare debitamente tutti gl'ingegni additati dalla scienza e dall'arte, affinchè l'agronomo, siccome è suo dovere ineluttabile, sappia formulare l'esatta bilancia del tornaconto, ossia conoscere completamente della vera e fedele contabilità rurale.

Perciò il volume d'Istituzioni economiche ossia d'Economia rurale conterrà i Libri seguenti:

Libro	VIII.	LA SOCIETÀ	o *ECONOMIA CIVILE AGRARIA*
»	IX.	L'UOMO	o *ECONOMIA MORALE AGRARIA*
»	X.	IL FONDO	o *ELEMENTI ECONOMICI* dell'*INTRAPRESA*
»	XI.	LA CONDOTTA	o *ECONOMIA AGRARIA* dell' *INTRAPRESA*

Coi quali enunciati undici libri sarà compiuta la parte teorica delle presenti Istituzioni. Gli argomenti discorsi, sia negli additamenti scientifici, che negli economici, appariranno di sovente trattati per diverso modo che da altri: talora i risultati cui accenneremo potranno anche essere affatto opposti a quelli da soprafini teoretici disputati. Ma io non mi so esporre che una scienza praticabile, e per converso direi quasi una pratica scienziale: l'una e l'altra però validamente propugnanti il fondamentale principio, che l'arte razionale del produrre non può mai essere l'arte del perdere, ma sì del guadagnare.

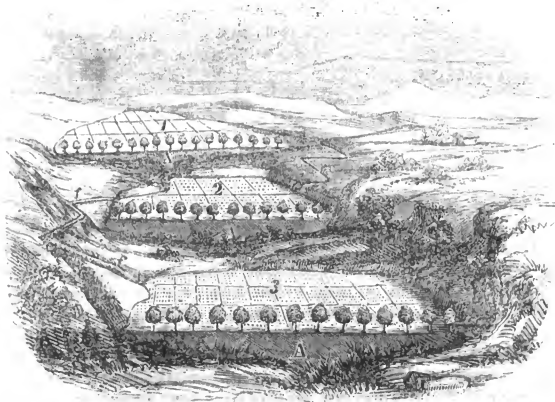
PARTE SECONDA

ISTITUZIONI TECNICHE o *AGRONOMIA*

15. Dimostrato senza fasto di sottili elucubrazioni, e col facile linguaggio della natura l'appoggio che le scienze immateriali e fisiche deono porgere all'agricoltura per vantaggio di chi l'esercita e professa, non che per quello universale degli uomini di cui è primo elemento di conservazione e di vita, e più ancora di civile rigenerazione, rimane il completo e pratico sviluppo dell'arte propriamente detta del coltivare. Dove ho soltanto due cose da rinsegnare: 1.° molti capitoli dei primi tre volumi di cui si compone questa parte delle Istituzioni, benchè costantemente da esperienza argomentati, essere pressochè nuovi, perchè d'ordinario ommessi nelle opere agricole; 2.° non dovere riuscire meraviglievole a niuno che conosca profondamente dell'arte, se sarà discorsa ogni maniera di coltivazione.

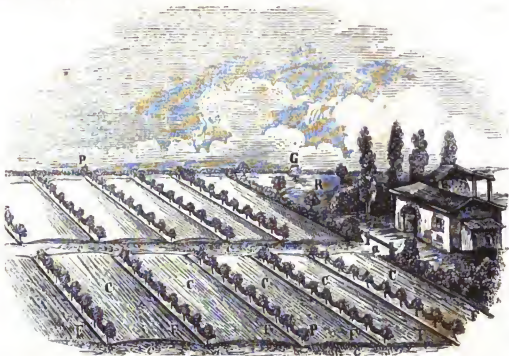
Volume 3° DELLA COLTIVAZIONE IN GENERALE

16. Nel 3.° volume, che primo è dell' agricoltura pratica ho riunito gl'insegnamenti positivi che si riferiscono alla COLTIVAZIONE IN GENERALE.

E prima ponendo mente non potersi coltivare con successo, cioè nè lavorare nè concimare nè sementare un terreno, lasciandolo disposto come l'ha creato la natura, senza regolarne più o meno la superficie e dirigere esternamente o internamente la condotta delle acque, ho raccolto i migliori precetti pratici che a queste fondamentali opere della coltivazione si riferiscono, componendone tre speciali libri e cioè il libro XII. dell'opera, intitolato RIDUZIONE DEL TERRENO NATURALE A TERRENO AGRARIO, O *AMMENDAMENTI STABILI PRIMORDIALI:* argomento poco o nulla discorso nei trattati agronomici, e che io reputo di principale importanza, siccome la vera arte di rendere il terreno atto ad essere utilizzato. Comprende questo libro la parte immensa di progresso cui sarebbe da intendere con ogni sforzo, perchè base indispensabile per coltivare con intero successo, e perchè si riduce ad operazioni le quali fatte a dovere, non sono più a rinnovare senza estranee e straordinarie cagioni. Fra le quali, per citarne alcuna in esempio, è l'ingegno modernamente in voga sotto nome di *Drainage*, o arte antica italiana del fognare, memorata dal PALLADIO, da PLINIO, dal SODERINI, dal DAVANZATI ed altri, come apparirà in acconcio luogo di questo libro. Similmente dirò gli opportuni metodi di colmate facili ed economiche, a riduzione e stabilità dei terreni in colle, di che dà indicazione la figura che segue:

17. Il XIII. libro ha per titolo RIDUZIONE DEL TERRENO AGRARIO A TERRENO COLTIVABILE O *AMMENDAMENTI STABILI SECONDARII.* Sporrà tutte le cognizioni e condizioni pel terreno recato dallo stato naturale allo stato

agrario mercè le opere dal XII. libro insegnate e per quali altri lavori debbasi rendere atto alla coltivazione.

18. Nel XIV. libro è discorsa la Riduzione del terreno coltivabile a terreno produttivo, o *AMMENDAMENTI PERIODICI*, o quanto dire i mezzi, e modi valevoli a rendere il terreno atto alla produzione, siccome lavorazioni, concimazioni, irrigazioni ec, e tutte quelle opere ed ingegni che periodicamente di certa guisa si replicano. Dove è da distinguere quel XII. e XIII libro comprendere l'arte di attare il terreno ad essere coltivato, e questo XIV. di attarlo di poi a produrre.

Tra le varie forme di poderi porgerà esempio l'acconciamento per quelli di piano praticato da lunga stagione dai bolognesi. di cui offre idea il seguente disegno:

19. Nel XV. libro è la trattazione dei Sistemi diversi e nel XVI. intitolato Ordinamento generale della coltivazione è compresa la pratica direzione, sistemazione ed amministrazione della cosa rustica. Sarà come il compendio delle norme esecutive discendenti dai principii argomentati nel XI. libro, e conseguentemente delle cognizioni indispensabili per aggiugnere il vero scopo dell'agricoltura, il *TORNACONTO*.

Consta adunque il terzo volume Della Coltivazione in generale, partito come segue:

Libro XII. RIDUZIONE DEL TERRENO NATURALE A TERRENO AGRARIO o *AMMENDAMENTI STABILI PRIMORDIALI*.

» XIII. RIDUZIONE DEL TERRENO AGRARIO A TERRENO COLTIVABILE o *AMMENDAMENTI STABILI SECONDARI*.

» XIV. RIDUZIONE DEL TERRENO COLTIVABILE A TERRENO PRODUTTIVO o *AMMENDAMENTI PERIODICI*.

» XV. SISTEMI DI COLTIVAZIONI o *FORME DIVERSE DEL COLTIVARE*.

» XVI. ORDINAMENTO GENERALE DELLA COLTIVAZIONE o *AMMINISTRAZIONE RURALE*.

4° e 5° Volume. FITOLOGIA AGRARIA

20. Facendo passo alla esposizione teorica della coltivazione conveniente ad ogni specie di piante rurali, ho creduto razionale il separare le annue e bienni dalle perenni, siccome arbusti e arbori, non solo, ma eziandio da tutte quelle che realmente non fanno parte del campo aratorio, e non compongono di certa guisa i prodotti della coltivazione ordinaria, entrando negli avvicendamenti periodici aventi per base e scopo principale la prima e più importante produzione quella cioè del frumento. Perciò questa parte delle Istituzioni che può ravvisarsi come la FITOLOGIA AGRARIA comprenderà in un volume norme generali e particolari di coltivazione delle piante prodotte ne' terreni aratorii e in un altro le coltivazioni speciali non per solito appartenenti a sistema di rotazione colla coltura de' cereali. Tuttavolta ho creduto convenevole riunire nel Trattatello de' PRATI tutte le piante da foraggio ancorchè molte di esse assai opportunamente s'introducano nelle coltivazioni avvicendate, limitandomi secondo l'uopo ad accennare in quel rispettivo volume ove e in che modo convengano ne' terreni aratorii, e riservando nell'indicato libro de' PRATI la distesa trattazione di quanto concerne la coltivazione delle medesime. Per le quali considerazioni il 4° e 5° volume comprendenti la Fitologia agraria si comporranno come segue:

4° Volume. COLTIVAZIONE DE' TERRENI ARATORII

21. Questo volume dato alla COLTIVAZIONE DE' TERRENI ARATORII, comprenderà cinque Libri: il XVII. della coltivazione generale, colle norme di AVVICENDAMENTO, LAVORAZIONI, SEMINAZIONE, ec. il XVIII. sarà un Trattatello delle Piante *CEREALI*, il XIX. delle *CIVAIE* ed altre alimentarie, il XX. delle *OLEIFERE* e da *TIGLIO* e il XXI delle *TINTORIE* ed altre industriali.

5° Volume. COLTIVAZIONI SPECIALI

22. Nel 5° volume si troverà: nel Libro XXII. un Trattatello dei *PRATI* e piante da foraggio; altro degli *ALBERI* nel XXIII Libro; degli *ORTI* nel XXIV.; de' *GIARDINI* nel XXV., avendo in questo imitato Filippo RE anzichè coloro fra i moderni agrologi, che rimandano a speciali corsi e trattati, argomenti così a disragione staccati dal dominio dell'agricoltura. Affatto nuovi riusciranno il XXVI. e XXVII Libro: l'uno, importantissimo trattatello di *COLTIVAZIONE UMIDA*, non parendomi doversi il coltivamento del riso trattare insieme con quello dei cereali, perchè troppo sott'ogni rispetto diverso. L'altro verserà pure sovra argomenti utilissimi, siccome colture di azzardo, di terreni eccezionali ec., quali disvela nel citato Prospetto il cenno delle materie attinenti a quel Libro. Nè sarà inutile in questo luogo segnalare l' importanza del Libro XXIII diviso in tre grandi Sezioni, l'ultima delle quali sarà più specialmente consacrata alla trattazione della parte di Agronomia, modernamente intitolata AGRICOLTURA FORESTALE.

23. Anche in questi Libri il corredo secondo l'uopo, di relativi disegni, renderà più compendiosa ed agevole la descrizione, sia dei lavori che delle piante, siccome dà mostra il presente di mais: (*formentone, granturco*).

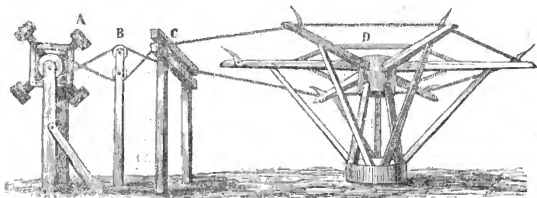
E, a simiglianza del presente, offriremo sempre i disegni di pressochè tutte le piante coltivate, quando in ispecie le diversità de' nomi campestri in consuetudine nelle varie regioni italiane può indurre in equivoco l'agricoltore non abbastanza versato nelle nomenclature botaniche le qual però avremo sempre cura di aggiugnere alle volgari nell'occasione di trattarne la coltivazione speciale. Ciò vale rispetto alle piante erbacee; per le arboree produrremo i disegni delle parti più interessanti come fiori, frutti ec., ovvero di qualche fronda, sempre all'intento non limitato a procacciare fregio all'edizione, ma diretto a chiarire utilmente la descrizione del subbietto.

A B C

6° Volume. INDUSTRIE RURALI

24. Il 6° Volume dato alle ISTITUZIONI AGRICOLE INDUSTRIALI, recherà nel Libro XXVIII il *GOVERNO DEGLI ANIMALI* conciossiachè sia questo essenzial parte e fondamento di ogni buona coltivazione. Nel XXIX Libro sarà la descrizione di ordegni, macchine e costruzioni rurali, onde il titolo di *ARCHITETTURA RURALE*, comprendendovi quanto è solo ammissibile in Agricoltura, sotto riguardo d'economia e di semplicità.

Due riflessi reputo memorevoli intorno a questi due Libri. Nel XXVIII, dopo avere trattato del governo di tutti gli animali domestici secondo le divisioni adottate nel libro VI contenente la ZOOLOGIA agraria, mentre è dato questo alla ZOOTECNIA, siccome pratica applicazione di quello, ho divisato di aggiugnervi anche l'arte di rendere nulle o meno dannevoli le offese degli animali nocivi, a complemento di quanto ne sarà stato discorso nell'occasione di trattare delle piante che ne sono danneggiate. E rispetto al XXIX Libro, ho riunito in esso la trattazione più diffusa degli strumenti rurali a compimento di quanto è detto più generalmente nel decorso dell'opera sui medesimi, ove ho soltanto mano a mano accennato le prime condizioni fondamentali (per esempio di un buon aratrò, per ottenere la possibile perfezione de' lavori indicati), ma troppo mi avrebbe distratto dal principale subbietto di quelle lavorazioni, il diffondermi nelle particolarità della

meccanica agricola, che in questo Libro troveranno competente sviluppo, valendomi sempre del soccorso di opportuni disegni, quale ad esempio sarà il seguente dell'eccellente e rustica macchina per dirompere la canapa, adoperata nel bolognese.

25. Nel XXX ed ultimo Libro, *TECNOLOGIA RURALE*, le Manifatture strettamente rurali, occorrevoli ai prodotti campestri onde ridurli atti a conservazione, a consumo, od a commercio, saranno compendiate sempre colla regola uniforme di riguardare a quanto il progresso tecnologico insegna di più perfetto e squisito, congiuntamente a quanto è consentito da utilità possibile e incontestata. A questo Libro sono rimandate p. e. l'arte del CASEIFICIO benchè non pochi agronomi ne abbiano trattato insieme al governo del bestiame bovino: similmente quella dell'ENOLOGIA benchè siasi talora da alcuni connessa alla coltivazione della vite, e così è a dire delle altre manifatture rurali, aggiugnendone alcune per verità non ancora praticate nelle campagne, ma che fo stima non essere disdicevoli l'introdurre: fra le quali, per citarne alcuna, sarebbe quella di soffocare le crisalidi de' filugelli onde poter trasmettere con più agio e interesse i bozzoli alle filande ec., siccome verrà in debito luogo dimostrato.

26. Ebbi divisamento da prima di aggiugnere un Trattatello speciale delle vicende sfavorevoli alla coltivazione, siccome dannose meteore, esseri nocivi, malattie di piante, di animali ec: di poi ho preferito di averne ragione secondo opportunità nel decorso dell'Opera, affine di evitare ripetizioni, e perchè ogni Trattatello possa riuscire per se medesimo discretamente completo.

27. In appendice si produrranno ***MODULE***, ***PROSPETTI***, ***INDICI RAGIONATI*** ed un cenno ristretto ***BIBLIOGRAFICO*** per desumere dalle opere contemporanee alla presente pubblicazione quanto valesse a completarla.

CONCHIUSIONE

28. Da quanto è detto, senz'altre lungherie, si rende aperto di che lena sia d'uopo a comporre la presente opera, nè mi dissimulo quanto sia soverchio alla pochezza mia il bastare a tanta difficoltà, e moltitudine di argomenti. A giudicamento di speculativi o teorici, m' acquisterò taccia di temerario per avere tentato di riuscire semplice e facile ne' più difficili problemi della scienza, ed averla di continuo raffrontata ad assaggio della pratica. Ma io

non seppi nè volli comporre della scienza astratta e sublime da comprendersi unicamente dagli agrofili di laboratorio e di gabinetto. Ho procacciato per converso di fare della scienza volgare per gli agronomi le cui applicazioni hanno da eseguirsi nel campo. Che se incorrerò per avventura in qualche dissentimento da celebri teoriche, e calcoli oggi in gran voga, se vuoi più presto pegli agrosofi, che pegli agronomi, ciò non sarà frequente nè assoluto e completo. In ogni caso io non valgo a rendere altrui non che a me stesso comprendibili quelle teoriche quali disaccordano coi fatti, o sublimemente conducono a produrre un pezzo da venti soldi con uno da cinque lire; ed ho sempre in ogni quistione o scientifica o pratica, incontrovertibile ricorso all' esperienza, unico giudice e inapellabile in Agricoltura.

29. Ma i pratici querelerannomi d'aver soverchiamente discorso, in ispecie ne' primi libri, gli argomenti scientifici. Oh! il sole e la luna, e gl'imponderabili e l'azoto e l'ossigene, le son frascherie pe' molti cui incresce, o non istimola il saper la ragione delle cose. Ma è d'uopo riguardinò come di presente anche il fabbro, il tintore, il manifatturiere qualunque non rifuggono gl'insegnamenti della geometria, delle meccaniche e della chimica, di cui si giovano nelle scuole tecniche: nè si dee credere lo facciano per solazzo o per moda, ma perchè fermamente convinti dell'immenso vantaggio recato dall'applicare le Scienze alle Arti. Dove è pur da indovinare perchè nè scuole tecniche, nè cattedre speciali nell' istruzione superiore sieno accordate a insegnamento d'agricoltura, la quale è pure la più nobile e più estesa fra le industrie, tanto all'altre superiore quant' è il produrre al modificare. Lo che riesce veramente meraviglievole che nol si faccia, in ispecie ne' paesi essenzialmente agricoli. Il perchè ho fatto stima, per aggiugnere le condizioni di Trattato utile più universalmente a quanti ponno avere opportunità di giovarsene, di comprendere le più avanzate e irrecusabili teoriche scientifiche, affinchè il mio lavoro serva d' alcuna norma non solo a'possidenti, agenti, e direttori di campestri faccende, ma insieme a periti ed ingegneri. I quali dovendo non di rado per estimazioni censuarie, o per occupazioni di terreno a comodo di pubbliche opere, ovvero per interessi, o controversie di privati, stimare fondi e coltivazioni, apprezzare danni, dirigere costruzioni o intraprese rurali, diffettando le università di cattedre d'agronomia, sì provvidamente, regnando Napoleone, prescritte nel corso filosofico - matematico, debbono disimpegnare da quegl'incarichi o con dati empirici irrazionali, e quindi fallabili e dannevoli, ovvero sopperire alla improvvedenza pubblica con privati studi avendo appunto ricorso ad agronomici libri. Strano divisamento di non torre sì fatale manchezza nella carriera studiosa dell'ingegnere; onde poi tante opere pubbliche contrastano di frequente agli agricoli interessi de' paesi, perchè non vi si ha debito riguardamento: e tanto più strano che gittansi talora ingenti somme per dimostrare proteggimento all' agricoltura, coll'istituire stabilimenti nei quali, siccome a *Grignon* e a *Versailles* si dispendiano migliaia di lire annue per dimostrare col fatto, che l'agricoltura esercitata d'officio si fa modello dell'arte non del produrre ma del consumare.

30. I quali esempli di *Grignon* e *Versailles* ho voluto citare per finire convalidando quanto dissi da principio: cioè i trattati di alcuni moderni non reggere a cimento di pratica, e le teoriche nuove delle nuove chimiche agrarie dis-

cordare tuttora da fedeli ed estese sperimentazioni sul terreno. Onde poi quegli istituti o poderi-modelli nell'offerire l'esempio di applicazione pratica di quegli ammaestramenti, anzichè dimostrare (come si avviserà nel libro IX) perpetuamente veridico l'antico dettato *bene colere optimum*, provano invece esattissimo l'altro *optime colere damnosum*. E così gli assoluti praticanti per quelle dottrine e per quegli esempli si arrovellano contro ogni additamento scientifico, nè si fanno arrendevoli all'irrepugnabile sentenza che la teorica senza pratica può condurre ad abbagliamze, e rovina, ma la pratica senza principii è onta all'intelligenza, e perseveranza in continui e fatali erramenti.

31. Il fondamentò adunque di queste ISTITUZIONI sta nel concordare l'una e l'altra, la scienza e la pratica, fuori di che sta illusione o regresso. Quindi niuno s'attenda di trovare enfatiche promesse di addoppiate rendite, nè quintessenze di prodotti, nè ampolle di liquidi o confettamenti di semi da trarne enormezze di prodotti, e nemanco aratri atmosferici, a compensazione o a vapore, nè cavoli mostri, e frumenti giganti, nè altrettali sublimità teoriche e squisitezze pratiche, onde si compone un arte, che per dirlo con parole del RIDOLFI, val quanto fabbricare con falso calcolo un colosso d'oro su base d'argilla. D'altronde chi vuol apprendere la cosa rustica in un Trattato come il presente, d'uopo è discreto sia, nè pretenda trovarvi specifici come se l'autore fosse un *Le Roy* agrario universale. Se cade la tempesta, o quello stranaccio d'Aquilone rovina canape ed uve, qualcuno s'attenderebbe di trovare nel Libro di Meteorologia agricola un temperamento così per avventura efficace quanto pillole, come le gittansi ai cani, che si richiedessero per distruggere zabri o simiglianti insetti nocivi. Io posso, se mi basti l'ingegno, soltanto offerire la norma di un' Agricoltura, quale riesca veramente profittevole a chi vorrà farne esperimento. Nè ho altra fidanza di conseguire il non facile scopo, in mezzo a tanti sì divergenti usi e precetti, che quella discendente dalla considerazione di avere inteso da lunga stagione a questi studi, esercitando una pratica assidua di oltre 25 anni, e pubblicando negli ultimi 10 di essi, moltissimi scritti benevolmente accolti dai pratici, e da' non pochi esimii scrittori d'Agronomia.

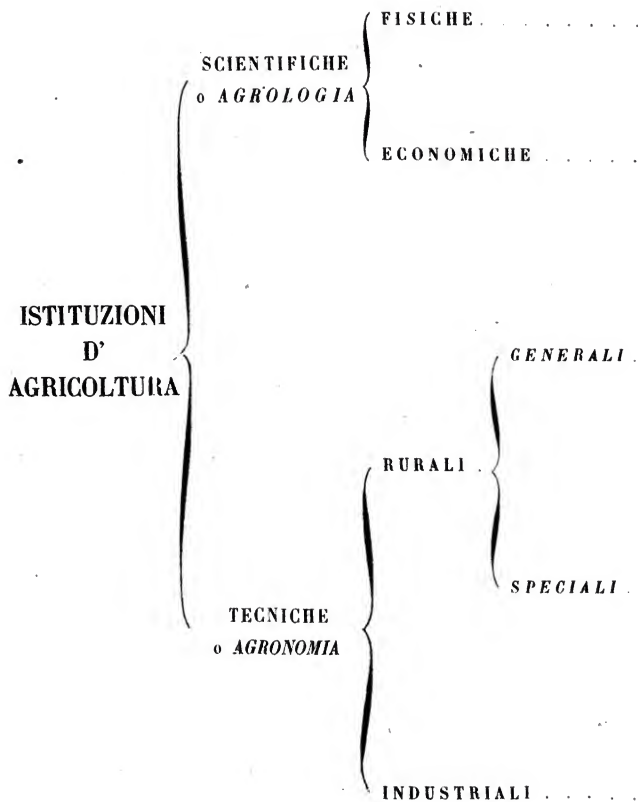
32. Dirò da ultimo eziandio che soprattutto mi rinfranca la speranza di ottenere da quanti non disgradiranno la presente mia povera fatica, e in ispecie da questi eccellenti e forti italiani, sì coraggiosi e benemeriti alleggiatori della sventura, non pochi benivolenti consigli teorici e pratici, ove la insufficienza mia si parrà più notevole; consigli che da quest'ora invoco, e mi sarà altrettanto grato di accogliere quanto accetto e doveroso di tributarne pubblica designazione. Forse lo stile o mio modo di scrivere apparirà talora men grave che non si vorrebbe da taluni i quali disconoscono quanti celebri autori vollero anzi, affine di rendere più accetti gli ammaestramenti georgici, adornarli di poetiche forme; ma ho seguitato mio costume sì perchè men noievole a lettori nuovi, sì per rimanere presso gli altri *nec mutatus ab illo*. Incorrerò in troppe altre manchevolezze, non però mai in quella di studio e fatica, sì per l'amore che porto alla scienza ed arte del coltivare, sì, e più ancora per la speranza di proferire segno di riconoscenza a questa terra ospitale col produrre un lavoro diretto ad onoranza ed incremento dell' Agricoltura Italiana.

Dicembre 1850 C. BERTI PICHAT.

PROSPE

ISTITUZIONI D' AGRICOLTURA

- SCIENTIFICHE o *AGROLOGIA*
  - FISICHE . . . .
  - ECONOMICHE . . . . .
- TECNICHE o *AGRONOMIA*
  - RURALI .
    - *GENERALI* .
    - *SPECIALI* .
  - INDUSTRIALI . . . . .

r o N.o 1.

PARTE PRIMA. ISTITUZIONI SCIENTIFICHE - o - *AGROLOGIA*

(Volume 1°) Istituzioni fisiche

. . . . Libro I. IL MONDO — o — *Cosmologia agraria*
» II. L'ARIA — o — *Meteorologia agraria*
» III. L'ACQUA — o — *Idrologia agraria*
» IV. IL TERRENO — o — *Geonomia*
» V. IL VEGETABILE — o — *Botanica agraria*
» VI. L'ANIMALE — o — *Zoologia agraria*
» VII. IL MECCANISMO DELLA PRODUZIONE — o — *Fisiologia agraria*

(Volume 2°) Istituzioni economiche o Economia rurale

. . . . » VIII. LA SOCIETA' — o — *Economia civile agraria*
» IX. L'UOMO — o — *Economia morale agraria*
» X. IL CAPITALE — o — *Elementi economici dell'intrapresa*
» XI. LA CONDOTTA — o — *Economia agraria dell'intrapresa.*

PARTE SECONDA. ISTITUZIONI TECNICHE -o- *AGRONOMIA*

(Volume 3°) Della Coltivazione in generale.

. . . . » XII. RIDUZIONE DEL TERRENO NATURALE A TERRENO AGRARIO — o — *Ammendamenti stabili primordiali*
» XIII. RIDUZIONE DEL TERRENO AGRARIO A TERRENO COLTIVABILE — o — *Ammendamenti stabili secondarii*
» XIV. RIDUZIONE DEL TERRENO COLTIVABILE A TERRENO PRODUTTIVO — o — *Ammendamenti periodici*
» XV. SISTEMI DIVERSI — o — *Forme diverse del coltivare*
» XVI. ORDINAMENTO DELLA COLTIVAZIONE — o — *Amministrazione e contabilità rurale.*

(Volume 4°) Coltivazione dei terreni aratorii.

ORDINARIE » XVII. COLTIVAZIONE GENERALE de' *Terreni aratorii*
» XVIII. Trattato dei CEREALI
» XIX. » delle CIVAIE ed altre piante alimentarie
» XX. » delle OLEIFERE, e delle PIANTE DA TIGLIO
» XXI. » delle piante TINTORIE ed altre INDUSTRIALI.

(Volume 5°) Coltivazioni speciali.

DIVERSE . » XXII. Trattato de' PRATI
» XXIII. » degli ALBERI
» XXIV. » degli ORTI
» XXV. » de' GIARDINI
» XXVI. » delle COLTIVAZIONI UMIDE
» XXVII. » delle COLTIVAZIONI ECCEZIONALI.

(Volume 6°) Industrie rurali.

. . . . » XXVIII. Trattato del GOVERNO DEGLI ANIMALI — o — *Zootecnia*
» XXIX. » degli ORDEGNI, MACCHINE E COSTRUZIONI — o — *Architettura rurale*
» XXX. » delle MANIFATTURE AGRICOLE — o — *Tecnologia rurale.*

APPENDICE. CENNO BIBLIOGRAFICO, MODULE, PROSPETTI E INDICI RAGIONATI

PROSPETTO N.° 2.

È da avvertire non essere questo un esatto Indice di *tutte* le materie realmente trattate nelle presenti ISTITUZIONI ma semplicemente un Prospetto delle principali, a norma della loro distribuzione nei diversi Libri.

PARTE PRIMA. ISTITUZIONI SCIENTIFICHE

(Volume I.) ISTITUZIONI FISICHE

CONSIDERAZIONI GENERALI

Libro I. IL MONDO o *Cosmologia agraria* — Cognizioni generali scientifiche indispensabili all'agronomo.
§ I. *Aspetto generale della Natura* — Inorganica — Organica § II. *Nozioni di grandezza e misura.* Le Quantità o *Aritmologia* - L'estensione o GEOMETRIA — § III. *Nozioni di proprietà o Fenomeni.* Qualità generali della materia o *Fisica agraria* — Quiete e moto, o *Meccanica agraria* — Qualità intime della materia o *Chimica agraria* — Materia negli spazii celesti o *Astronomia* agraria — Costituzione del globo terrestre o *Geologia agraria* — Composizione superficiale del globo terrestre o *Mineralogia agraria.*

» II. L'ARIA o *Meteorologia agraria* § I. Metereognossia georgica: cognizione fisica, chimica e agronomica dell'aria - Barometro, Termometro, Igrometro, Anemometro ec. - § II. Climatologia - Calor terrestre - Calor solare - Elettricismo - Meteore - Venti - Pioggie - Brine — Brume — Guazze — Nevischio — Neve — Grandine — Ghiacci Regioni agricole. § III. Induzioni meteoriche — Pronostici forniti dagli strumenti fisici — da osservazioni continuate anteriori — dallo stato del cielo — dagli animali — dai vegetabili — dalle fasi dalla luna.

» III. L'ACQUA — o — *Idrologia agraria* § I. Cognizione fisica; chimica; agronomica dell'acqua; influenza nella vegetazione. § II. Origini di acque — Sorgenti — Pioggie — Pozzi artesiani — Serbatoj naturali — detti artificiali § III. Estrazione da recipienti — Conduttamento — Tubi — Canali — Fiumi, pendenze, velocità. § IV. Difese dall'acque — Prosciugamenti esterni (scoli, fosse, acquai ec.) — Prosciugamenti sotterranei (Drainage) — Arginamenti — Ripari da rivi, torrenti, fiumi ec. § V. Legislazione idraulica — servitù — abusi, consuetudini, disposizioni governative ec.

» IV. IL TERRENO — o — *Agronomia* — Cognizione § I. Geognostica § II. mineralogica; § III. Fisica § IV. Chimica § V. Agrologica del terreno § VI: Classificazione.

» V. IL VEGETABILE — o — *Botanica agraria* — Cognizione. § I. *Fisica.* § II. *Anatomica* § III. *Chimica* § IV. *Fisiologica* § V. *Nosologica:* § VI *Agronomica* delle piante § VII. *Classificazione* § VIII. *Flora agraria.*

» VI. L'ANIMALE — o — *Zoologia agraria* — Cognizione § I. *Fisica* § II. *Anatomica* § III. *Chimica* § IV. *Fisiologica* § V. *Patologica* § VI. *Agronomica* dell'animale § VII. *Classificazione* § VIII. *Fauna agraria.*

» VII. MECCANISMO DELLA PRODUZIONE - o - *Fisiologia agraria* — cognizione *scientifica degli* § I. *Ammendamenti* § II *Acconciamenti* § III *Avvicendamenti* § IV *Lavorazione* § V *Sovescio* § VI *Concimazione* § VII. *Irrigazione* § VIII. *Prosciugamenti (drainage)*

(Volume 2.) ISTITUZIONI ECONOMICHE O ECONOMIA RURALE

Libro VIII. La Società o *Economia civile agraria* § I Sistemi diversi § II. Proprietà § III Lavoro § IV Organizzazione civile § V. Amministrazione pubblica § VI. Legislazione § VII. Istituzioni § VIII Colonie.

» IX. L'Uomo - o - *Economia morale agraria* § I. Azione dei privati § II. Convenzioni § III. Contrattazioni § IV. Individui considerati nei rapporti diretti o indiretti coll'agricoltura § V. Associazioni ec. § VI. Azione mista pubblica e privata.

» X. Il capitale - o - *Elementi economici dell'intrapresa* § I. Terreno, o podere o tenimento: sue qualità; esposizione; situazione; confini § II. fondo di scorta, fondo circolante ecc, mobili, bestiami, sementi, magazzini ecc.

» XI. La Condotta - o - *Economia agraria dell'intrapresa* § I. Principii fondamentali - Norme speciali - Limiti § II. Lavoro degli animali - Lavoro degli uomini § III. Proporzioni fra le somministrazioni dei capitali diversi § IV Calcolo de' dati meteorici, statistici, agricoli della coltivazione § V. Norme generiche per l'estimazione de'capitali, dei prodotti, delle spese ec; dei risultamenti finali.

PARTE SECONDA. ISTITUZIONI TECNICHE

(Volume 3) Della coltivazione in generale

» XII. Riduzione del terreno naturale a terreno agrario o *Ammendamenti stabili primordiali.*
§. I Distinzione del terreno naturale dall'agrario — Sterilità naturale, e relativa — Ostacoli ec. — § II. Opere di bonificazione per difetto di giacimento — *Paduli*, *Piani depressi*, Scoli — Pescaiuoli — Prosciugamenti (Drainage) — Colmate ec. — *Colline*, *montagne*, *monti* — Colmate — Ciglioni, Pianali — Sostegni ec. § III. Bonificazioni per difetti di proprietà fisiche ec.

» XIII. Riduzione del terreno agrario a terreno coltivabile — o — *Ammendamenti stabili ordinarii.*
§ I. Distinzione del terreno agrario dal coltivabile — Qualità agronomiche del terreno ec. § II. Opere di correzione a difetto di superficie — Spiani — Fosse da acqua ec. § III. Correzioni a difetti fisici § IV. Dette a difetti di qualità minerali, *Marnare*, *Gessare*, *Argille*, *Sabbie* ec.

» XIV. Riduzione del terreno coltivabile a terreno Produttivo — o — *Ammendamenti periodici.*
§ I. Lavorazione § II. Corettivi § III. Concimazione § IV. Sovescio § V. Irrigazione § VI. Addebbiamento § VII. Piantagioni § VIII. Chiusure § IX. Difese § X Costruzioni ec.

» XV. Sistemi diversi — o — *Forme diverse del coltivare.*
§ I. Sistema forestale, pastorizio, agrario ec. § II. Piccola, e grande coltura § III. Novale o maggengo § IV. Avvicendamenti § V. Arborato; § VI Vitato ec.

» XVI Ordinamento della coltivazione — o — *Amministrazione e Contabilità rurale.*
§ I. Organizzazione § II. Diversi modi d'esecuzione § III. Principii generali e speciali di dare ed avere riferibili ai generi di coltivazione, alle diverse qualità e specie di lavoratori ec. § IV. Tornaconto finale. § V. Contabilità rurale, parziale, complessiva ec.

(Volume 4) Coltivazione de' terreni aratorii.

Libro XVII. *Coltivazione generale de' terreni aratorii* — Lavorazione pratica, ed operazioni rusticali precedenti la seminazione, durante la medesima, e la successiva vegetazione, raccolti ec.

» XVIII. *Trattato de' Cereali* — Coltivazione del frumento, formentone, segale, orzo, avena, grano saraceno, miglio ec.

» XIX. *Trattato delle Civaje ed altre piante alimentarie* — Fava, faggiuoli, ceci, piselli, lenticchie, lupini, veccie, cicerchie ec., pomi di terra, batate, topinambour, barbabietole ec.

» XX. *Trattato delle piante oleifere e da tiglio* — colsat,' ravizzone, rafano, ricino, arachide, madia, papaveri, ricino, lino, canape, ed altre.

» XXI. *Trattato delle piante tintorie, ed altre industriali* — Robbia, zaffrone, zafferano, guado, tornasole ec., cotone, cardo, tabacco, cali, lupolo, canne ec.

(Volume 5) Coltivazioni speciali.

» XXII *Trattato dei prati* — *naturali*, artificiali, irrigui, stabili, avvicendati pascoli ec.

» XXIII. *Trattato degli alberi* — o — *Albericoltura* — § I. semenzaj, vivaj, trapiantamenti, innesti, potatura § II. alberi, arbusti da foglia da frutti, da legna ec. § III. boschi, selve, foreste ec.

» XXIV. *Trattato degli orti* — o — *Orticoltura* — Coltivazione delle ortaglie orti stabili, avvicendati, piante ortensi ne' terreni aratorii.

» XXV. *Trattato de' giardini* — o — *Floricoltura* — Coltivazione delle piante per fiori, giardini di lusso, d'istruzione, di commercio ec.

» XXVI. *Trattato delle coltivazioni umide* — Risaje, valli, terreni acquitrinosi, ossia impiego di terreni paludosi, e coltivazione de' vegetabili palustri.

» XXVII. *Trattato della coltivazioni eccezionali* — o straordinarie, sperimentali, a rivestimento d'argini, dune, golene; temporanee, d'azzardo, in terreni sabbiosi, ghiaiosi ec.

(Volume 6) Industrie rurali

» XXVIII. *Trattato del governo degli animali* — o — *Zootecnia agraria* — considerazioni economiche, cure ec., de' mammiferi, volatili insetti, pesci ec.

» XXIX. *Trattato degli ordegni, macchine, costruzioni rurali* — o — *Architettura rurale* — Strumenti, attrezzi, utensili, case coloniche, stalle, e fabbriche rurali.

» XXX. *Trattato delle manifatture agricole* — o — *Tecnologia rurale* — processi di enologia, di caseificio, di conservazione de' grani, frutti, bozzoli ec. di carbonizzazione ec.

Appendice. Cenno Bibliografico — Module — Prospetti — e Indici ragionati.

CONSIDERAZIONI GENERALI

1. Dopo avere nel Prodromo, che a questo fine riputai convenevole di riprodurre, abbastanza chiarito il piano della presente Opera, prima di entrare nella trattazione speciale delle sue parti, stimo necessarie alcune considerazioni, che unite a quello, completano una specie d' Introduzione generale.

2. **Pregio dell'Agricoltura.** Non ispenderò troppe altre parole a ritesser lodi dell'Agricoltura. Quando da tanti secoli addietro Omero celebrava un Laerte re coltivatore di sue terre: quando le storie descrivono Gedeone in atto di battere il frumento mentre l'angelo invitavalo a liberare il popolo, e Saul re conducente i suoi bovi, e Davide pascolando gli armenti, ed Eliseo reggendo l'aratro: quando rammentiamo in che onoranza fosse l'arte campestre nella Grecia, nella Siria, nella Sicilia e presso Egiziani, e Cartaginesi e Persiani: quando ricordiamo la Romana Repubblica, pel cui ordinamento politico le *rustiche* tribù alle *urbane* si preponevano, e contava magistrati dal campo levati a Dittatura, e duci che le mani ancor fumanti di sangue del vinto inimico ritornavano al governo dell'aratro: senza parlare degli imperatori della Cina, e di tanti altri fatti ed argomenti della prestanza in cui s'ebbe dagli antichi, egli si pare omai superfluo dimostrarlo ad uomini del secolo XIX. - Secolo nel quale l'agricoltura levandosi alla sua vera natura di arte e di scienza, è destinata a quel perfezionamento senza del quale il rapido e notevole crescimento di popolazione e di civiltà sarebbe, anzichè beneficio, disavventura e rovina.

3. Memorando inoltre tutti i migliori scrittori di georgiche, si farebbe palese da quanti celebri uomini in tutti i tempi s'ebbe in tale estimazione, da spendervi ogni studio ed ingegno per diffonderne l'insegnamento, e conseguirne il progresso. Ma io potrò soltanto limitarmi a debile indicazioni ove richiamate da qualche loro precetto o sperimento da me tenuto opportuno di segnalare. Mi sia nullameno consentito di non dimenticare quegli cui deesi singolarmente la ristaurazione dell'agricoltura al XIII secolo, e

solo, volle e potè trarla dall' invilimento in cui giacea da prima della pace di Costanza. Già si comprende accennare le mie parole a quel PIERO de' CRESCENZI da Bologna; quegli che fu, quale l'avrebbero voluto i censori di Roma quando bravo agricoltore suonava lo stesso che buon cittadino: quegli che lasciò tanta fama di sapiente e di giusto, e sì vivissimo desiderio di sè nelle molte città italiane che furon liete d'accoglierlo: quegli che peregrinando o involontariamente esulando per tutta Italia e fors' anche oltremonti, ricercò le pratiche rusticali d'ogni luogo, consultò, cupidissimo di istruirsi, i più sperimentati coltivatori, e scrutinate le memorie dei vecchi, meditate le pagine dei classici anteriori seppe ritirarsi nella sua campagna ove contemplando e interrogando la natura, colla sua celebrata opera di agricoltura preparò, a stima di Filippo RE, i bei giorni alla teoria della medesima, appunto nel tempo stesso in cui sull'Arno cominciava a grandeggiare nelle cantiche dello ALIGHIERI l'aurea nostra lingua che poi divenne sacra negli scritti di GALILEO. Fece vedere egli CRESCENZIO, il primo, l'agricoltura non essere semplice ufficio di opera servile, competere a lei pure d'avere suoi sacerdoti nel tempio della filosofia: e dispiegato sommo ingegno a persuadere i sapienti del valore e del pregio della rusticana disciplina seppe usare ad ammaestramento degli agricoltori l'autorità degli antichi e la sperienza de' contemporanei. Sommo magistrato e sommo agronomo, ma tale agronomo da dimostrare coll'esempio due grandi proprietà dell'Agricoltura: primo ch'essa è l'arte di prosperare, giacchè nel fatto il paterno asse di buon tratto avvantaggiò: secondo (col farsi modello di condotta lodatissima) che gli uomimi a lei dedicati ha facoltà di piegare a singolare mitezza d'animo e integrità di costume.

4. Egli è perciò che il maggior pregio di questa nobilissima industria non istà solo nell'essere a gran pezza superiore alle altre industrie, le quali generalmente parlando modificano, non producono, ma nell'essere principale fondamento e sorgente di verace pubblica prosperità. Il grande oratore italiano, principe degli oratori del mondo disse già: *nihil est agricultura melius, nihil uberius, nihil dulcius, nihil homine libero dignius.* Argomento è questo che gl'italiani di Roma padroni allora del mondo, la tennero essenzialmente utile, ma insieme essenzialmente morale ed essenzialmente civilizzante.

5. Nè tacerò l'altra sua singolare proprietà, di essere fonte ma costante e indipendente di ricchezza e moralità delle nazioni, mentre le manifatture e il commercio levano spesso i popoli a grande fortuna, pur non di rado li dissestano per improvviso decadimento. L'Agricoltura venuta una volta in onore ed osservanza presso un popolo, più nol diserta; e gli rimane eredità perpetua, inviolabile, qualunque sia l'avvicendarsi o l'avversare de' suoi destini che possono per alcun tempo umiliarla, comprimerla, non mai impedirla di pronto risorgimento. L' Italia signoreggiò le nazioni e vi trasfuse la civiltà. Ma benchè abbia perduta l'antica dominazione, fu maestra d'agricoltura e lo è ancora. Lasciamo pure ai Franchi, agli Angli, ai Germani celebrar meraviglie di loro agricoli sistemi: oggi ancora, per poco che il vogliamo, potremo ripetere con orgoglio la famosa inchiesta di quell'Agrazio di Marco VARRONE « *Voi che percorrete molte parti del mondo ditemi qual terra vedeste meglio coltivata dell'Italia?* », e salutare questo suolo fra-

stagliato e non venturoso, ma ch'è pur sempre il suolo italiano, col gran cantore di Mantova:

> *Salve magna parens frugum Saturnia Tellus*
> *Magna virum!*

6. **Necessità di procedere.** Nè in questi tempi così grossi d'eventi e d'imperscrutabile avvenire, in mezzo a tanta discordia e battaglia d'erramenti filosofici e civili, nell' incertezza di quella stabilità e tranquillo ordinamento, senza del quale è disagio per ogni genere di scienze, d'arti, di industrie e di commercii, null'altro veggo di più valevole dell'agricoltura onde riparare a forze esaurite, a ricchezze sperperate, e sovrattutto fors'anco ad impedire che quella severità di costume (*) ch'è dalla rusticità degli abitatori campestri alquanto preservata dai vortici della licenza ognor più grandeggiante ne' ridotti popolosi, non venga affatto meno a petto delle lusinghevoli utopie d' innumerevoli falsi filosofanti. Utopie, pretesto ai tristi per impaurare i trepidi, e radicalmente impossibili perchè radicalmente fatali all'agricoltura, siccome verrà propugnato nel VIII Libro, e quindi rovina d'ogni civile prosperità, questa non reggendo senza il prosperamento di quella.

7. E più risolutamente dobbiamo rivolgerci a procacciare il perfezionamento dell'arte del coltivare, perchè il farlo è oggimai vitale necessità. Le popolazioni crebbero oltre ai secoli andati, e più crebbero in questo i bisogni, gli agii e le voglie delle medesime. Conciossiacchè la felicità dell'uomo essendo più presto misurata dall'adempimento de' suoi desiderii che da sue reali indigenze, cresciuti quelli soprammodo, è pur soprammodo aumentata la somma degli oggetti indispensabili al loro soddisfacimento. E quanto maggiore perfezione di organamento civile si aggiugnesse dagli uomini, tanto più crescerebbe la popolazione e l'agiato vivere di essa. Laonde tanto maggior frutto convien richiedere dalla terra, o quanto dire, tanto più perfetta deve essere l'agricoltura. E vaglia il vero, col migliore governamento, colla più sapiente legislazione senza contemporaneo sviluppo e miglioramento dell'agricoltura, non può conseguitarne effetto di felicità intera, generale e permanente.

8. La storia ci porgerebbe documenti evidentissimi dello sviluppo in ogni tempo procedente di pari passo, della civiltà coll'agricoltura. Ma comunque sia per verità commendevole il conoscere la storia di quest'arte antichissima, sarebbe lusso di erudizione in un Corso qual'è il presente. Giova citare soltanto come fosse così innanzi in Cartagine, da esservisi rinvenuto dai Romani un Trattato scritto da Magone; il quale lo compose di 28 libri per cui non sarà meraviglievole se venti secoli dopo ho trovato indispendi comporne XXX, come non riuscirà nuovo se insisterò sulla presenza in luogo, dell'agronomo, se vuol trar profitto dalle norme descritte, dopochè quello stesso Magone sentenziava; colui vendesse la casa di città che volesse

(*) Scrisse Catone. *At ex agricolis et viri fortissimi et milites strenuissimi gignuntur... minimeque male cogitantes sunt qui in eo studio occupati sunt.* De Re Rustica pr. 4. Ex typis J. Pomba A. Taurinorum 1828. E Filippo Re nel suo elogio di Pietro de Crescenzi chiama l'agricoltura l'*arte ch'è all'uomo maestra di virtù e base dell'opulenza delle nazioni.*

attendere con successo alla coltivazione (*). Le invenzioni dell'aratro e dell' innesto si perdono nella nebbia di remotissime età: l'aggiunta del carretto fu prima usata dagl' italiani più settentrionali e forse fu nelle Romagne d'onde appresero i romani ad unirlo all'aratro quale da tempo facevano tirare, non da cavalli, ma da buoi come si ha da Virgilio. Il marnare era noto ai Galli e Britanni, ma i romani inoltre non gettavano le immondezze della città, come a questi tempi di tanta industria si fa quasi dovunque, e giunsero a vendere il prodotto delle loro cloache sino a 600,000 scudi. Raccoglievano il fimo anche del selvaggiume custodito a discrezione de' ricchi epuloni. Praticavano il sovescio, e l' abbruciamento delle stoppie di frumento. Aveano tal concetto dell'utilità del letame, utilità che pur taluni scienziati d'oggidì si dilettano di mettere in problema, da erigere un tempio a *Sterculius* cioè al Dio Concime. I prati naturali, gli artificiali con erba medica, e il fien greco, e la segala da falciare in verde, erano pratiche d' italiani di due o tre mil'anni addietro, che non perdeano il tempo a disputare se il bestiame sia, come hanno detto alcuni, *un male necessario*, avendolo essi per un *bene indispensabile*. La squisitezza de' loro vini si ha in ispecie dalle odi di Orazio, ed anche ab antico seppero maritare la vite a piante confacevoli, a risparmio del perpetuo dispendio di pali a sostegno. Ma troppo a lungo condurrebbe una rassegna delle antiche pratiche; capiteranno più al destro quando mano a mano verrà discorso delle moderne. D'altronde in questo luogo è piuttosto da far valere come si curasse da tempi andati il perfezionamento dell'agricoltura. Lasciando stare che i Persiani da lungo tempo ebbero ispettori, obbligati a percorrere le provincie vegliando la coltivazione de' terreni, ebbero i gloriosi nostri antenati de' Censori agrarii istituiti a scoprire e vergognare con ammende i coltivatori negghienti o ignoranti (**). E il nostro secolo, pressante nell' infantare tante istituzioni quante non ne crearono le migliaia d'anni trapassati, ancora non comprese che il coltivatore indolente è colpabile per quanto è in lui di attentato alla pubblica sussistenza!

9. **Miglioramenti ottenibili.** Dubitano taluni nondimeno se l'agricoltura non abbia già tocchi gli estremi dell' arte e della scienza; e il coltivatore pratico difficilmente si rassegna ad ammettere possibilità, e nenecessità di migliorie positivamente effettive, e indubitantemente efficaci. Parrebbe anzi nulla esservi adunque da emendare, nulla da rifare da nuovo, se vero è che Italia sia così maestra di ottime pratiche e se hanno da lasciarsi oltr'alpe e oltremare le loro rape e bietole, senza impacciarci di salare terreni o inzuccherare semi, per quantunque prodigiosi effetti ne conseguano, siccome vanno per tante bocche della stampa tuttodì celebrando. Laonde per evitar menda di contraddizione è debito rettificare siffatta apparente inconseguenza.

10. Sì certamente le più savie le più belle le più utili pratiche da ingegno d'uomo immaginate ed usate nell'arte campestre, in Italia nacquero gran parte, d'onde là si espansero e diffusero ov'è tanta rinomanza oggi di

---

(*) *Qui agrum paravit domum vendat.* V. Columella de Re Rust. Lib. I. I.
(**) *Agrum male colere, censorium probrum iudicabatur*. Plin. L. XVIII. C. III.

eccellenza nel coltivare, vo' dire in Francia, Inghilterra e Germania. È vero altresì non esservi forse provincia italiana in cui non sieno Società, Accademie Diplomi, Medaglie, Premi e incoraggiamenti più o meno autorevoli, e più o meno illusorii onde illuminare, proteggere ed onorare gli studiosi e solerti della innocentissima industria de' campi. Per poco tuttavolta si prendano le cose e gli uomini quali sono, non quali appaiono e dovrebbero essere, di leggieri dovrà conchiudersi: molto essersi fatto, non però quanto si può e si dee ancor fare: e che questo molto, ma molto ancor sia, può convincerne il riflettere a quanto può farsi dal coltivatore privato, e a quanto dall'agronomo in posizione da reggere la cosa pubblica con debito riguardamento alla rustica.

11. Se ci lasciamo illudere da vergate frequenti commendazioni, leggendo i magnifici risultati d'alcuni cresi britannici, crederemo che null'altro sia più possibile in agricoltura che l' imitarli: ma le migliaia d' irlandesi periodicamente migranti o letteralmente morenti per fame, ci additano severamente che colà pure v'è ancor molto da fare. E se anco in Francia, in Germania e in Italia veggo la classe più numerosa, più morale, più contentabile, mancare quando a quando del pane di frumento, replicherò che vi è ancor molto da fare. Forsechè tutto è a dire raggiunto perchè in mezzo a cento poderi se ne veggono alcuni coltivati per intelligente opera di eletti agronomi? In ciò anzi sta forse il nostro peggio, che nel presente secolo moltissimo adoperano gli agricoltori stranieri perchè i miglioramenti sieno diffusi nelle masse de' coltivatori, mentre queste poco appo noi si sono piegate a migliorie radicali. Generalmente parlando noi siamo ancora alle pratiche ereditate dalla civiltà e dalla sapienza degli avi, intantochè altri popoli hanno visitato e visitano le nostre coltivazioni (*) ma nel copiare i nostri metodi, i nostri strumenti, le nostre pratiche, sanno apprezzarle, e col soccorso della scienza emendarli, e recarli a maggiore perfezione. Per noi intanto lo starci all'agricoltura de' padri nostri è indietrare, e nell'immenso cammino fatto dalle scienze, è d'uopo valersi de' filosofici aiuti che nello applicarle possiamo ritrarne se pur vorremo starci a paro degli altri.

12. **Mende private.** Per verità, egregi agronomi non mancarono di creare e proporre aratri, seminatoi, trebbiatoi, erpici ed altri attrezzi rusticali, di cui l'usare sarebbe d'incontrastabile profitto; ma perchè si veggono appena adoperati in qualche raro così detto *podere modello*, e più spesso inutilmente rilegati in qualche museo geoponico, a infertile pascolo di oziosa curiosità singolare? E intanto dai più si persiste ad arare coll'antico arnese, e cogli antichi diffetti, e mentre non mancano ingegni pel pronto *custodimento* o *stagionatura* dei fieni, se la stagione corra alquanto piovosa, veggonsi prati coperti da mucchi di fieno malconcio e alterato. Quasi ogni anno s'ode replicare le stesse dubbiezze se tornerà meglio anticipare o protrarre la seminagione, la messe, la vendemmia, e rimangono desiderate osservazioni esatte, ripetute per serie d' anni onde ricevere da

(*) Il Governo russo spedì agronomi in Piemonte, come il francese per istudiarvi l'irrigazione. Vedi lezione V di Fisica agraria del chiarissimo prof. Baruffi, — Gazzetta dell'Associazione agraria 1844.

meteorologici studi, norme di probabile efficacia nella scelta del tempo opportuno alle più importanti faccende. Non si può negare l'utilità del bestiame, e generalmente è lasciato in pieno arbitrio del lavoratore: questi anzi non di rado chiama bestiame altrui a consumare, in altrui prò, foraggi del fondo e quelli somministrati o acquistati in prati fuori del fondo medesimo. Si accusa la stagione perchè il frumento produsse soltanto le 6 o 7 sementi, e lasciasi il terreno in cui vegeta come volle natura; senza ridurne la superficie a modo che le acque non ristagnino nelle bassure e che il lavoro dell'aratro riesca regolare e uniforme per tutto il campo. Era oracolo presso gli antichi (*) niuno potersi dire agricoltore quando comprasse ciò che ritrarre potesse dal podere. Ora non solo si acquista concime, o peggio se ne diffetta, mentre dovrebbe curarsene a tutt'uomo la produzione nel fondo; ma si vorrebbe guano dall'America, e nello stesso tempo si dispendiano somme considerevoli per cacciare nel fiume e nel mare immensa copia di concime umano, annualmente prodotto nelle nostre capitali; onde il Po ne riceve per esempio da Torino quanto basterebbe a produrre, ogni anno, mezzo milione di ettolitri di grano. E tra fogliame d'alberi, di viti e di meliche, lasciato in preda all'acque ed ai venti, e che giudiziosamente raccolto addoppierebbe, unito ad artificiali foraggi, il fieno de' prati, quanto meglio e più numeroso bestiame non s'alleverebbe e spesso si lavorerebbero a dovere con 4 bovi terreni che, con due, appena vengono smossi a profondità inconcludente? Incresce l'intristire dei gelsi, e sono, non già sfogliati siccome arte vorrebbe, ma sfrondati, lacerati e per soprammerce decapitati. E veggonsi le tante viti potate a modo da contarsi le piaghe non mai cicatrizzate per deformità e intemperanza di tagli. Io non vorrei taccia di criticatore indiscreto, ma chi può dimenticare le severe parole del cav. Giulio quando nelle sue *Notizie sulla industria patria* nel 1844 dichiarava: *Che poi le pratiche per l'allevamento del filugello in molte delle nostre provincie, meno poche eccettuate, siano ancora in uno stato di barbarie più che d' infanzia, basterebbe a dimostrarlo il fatto che ciaschedun oncia di semente non produce guari in media che due rubbi e mezzo di bozzoli (*750 *oncie) mentre i lombardi ne ottengono da mille a mille dugento, prodotto medio*? Parole memorate dal Baruffi (**) e pubblicate, dunque irrepugnabili e di censore veritiero. Perchè in tanti poderi hannovi dieci, quindici, venti *pezze* o campi e da secoli tutto il concime si versa soltanto in alcuni di que' campi ed agli altri non mai ne tocca di sorta? e nondimeno quei campi eternamente affamati, sono eternamente chiamati, collo stesso bienne turno degli altri, a produr grano ed è ventura se a soprappiù non gli si richiede una produzione intermedia di granoturco senza concime. In quanti fondi si conta un animale bovino per ogni ettare, come almeno dovrebbe essere per la sua più modica letaminazione? Riandando atti di comizii, e molti scritti di agronomi su località speciali, si potrebbero trarre molte altre indicazioni a dimostrare quanti miglioramenti sono reclamati e fattibili;

(*) *Nequam agricolam esse quisquis emeret quod praestare ei fundus posset.* Plinio Lib. XVIII. cap. 6.

(**) Vedi: Gazzetta dell'Associazione agraria del 1845 a pag. 302.

ma fo stima d'averne segnalati a sufficienza per quanto spetta al coltivare individuo o privato.

13. D'altronde il coltivatore stesso quante inchieste, e quasi improverando, può ancor fare alla scienza? È ancor bene additato un metodo facile abbastanza esatto e praticabile da chi ha l'uopo reale di praticarlo, per analizzare a dovere il terreno? I fisiologi hanno ancora acquistate le cognizioni necessarie per conoscere il vero ufficio de' terreni geoponici nelle funzioni dell'organismo vitale? Quando occorre la rigorosa estimazione di un fondo, hannovi uomini periti, bastantemente fondati nella scienza georgica, per indicarne il giusto valore, non proporzionale alle rendite più o meno imperfettamente calcolate sovra i prodotti di un paio di lustri, ma sì veramente adequato da tener conto della suscettività del medesimo a produzione maggiore, o dell'eccesso di rendita dovuto a irregolare sforzo d'industria, o a favore di circostanze innormali e mutabili? L'entomologia ha disvelato ancora le condizioni indispensabili all'esistenza e moltiplicazione di tanti insetti nocivi, onde combattendole riuscire al fatto di liberarsene? La cancrena de' gelsi, l'alterarsi del suo fogliame, sono ancora dalla vegetale nosologia studiati abbastanza? O piuttosto la nosologia stessa ha realmente fatto passi giovevoli alla pratica? Il calcino de' bachi da seta è sempre disputato e resta sempre irremediabile; il caseificio domanda ancora nuove istruzioni; sino gli argomenti più ovvii trovano ancora dissentimenti scientifici, sia per la profondità conveniente ai lavori, sia per l'impiego e la diversa condizione dei concimi, sia per tanti subbietti onde si prova ad esuberanza che v'è ancor molto da fare.

14. **Mende pubbliche.** Se poi riguardiamo all'uomo posto al reggimento della cosa pubblica, è impossibile disconoscere il proteggimento professato nei moderni tempi all'arte agraria, salvochè gli effetti poco adequatamente risposero onde sia per avventura ancora un problema, se più nuoca o giovi intervenzione di governo in argomenti d'agricoltura. Dove è da intendere ristretto il senso a quistione amministrativa. E comunque si voglia disgradevole e temerario cotale mio proposito, non è men per questo un fatto storico. Chi sconosce la giustissima intenzione di recar vantaggio agli agricoltori, ordinando e componendo censi catastali perchè sia perequato ogni tributo ed incomodo? E nondimeno la storia ci dimostra levato agli agricoltori forse un decimo dell'aver loro affine di perequarli, per le somme dispendiate durante lustri e mezzi secoli nelle relative operazioni: e finita pur l'opera, doversi per aggiustarla essenzialmente rifare da capo. Da secoli si querelano boschi disertati e manomessi, si declamano colpabili di sconvolgimenti atmosferici, d'innondazioni, di miasmi; e stipendiando eserciti d'ispettori, assistenti e guardiani, si giugne a conquistare l'opposito successo di veder cresciute le meteoriche intemperanze, i miasmi, le innondazioni. Si sperimentano colonie, istituti con lati fondi e lauti assegnamenti; e istituti e colonie diventano sorgenti, anzichè di rendita, d'irrecuperabili spese. E questi e più altri non lievi travedimenti, siccome farò aperto a suo luogo e in ispecie nell'ottavo Libro e nel duodecimo, se a Dio piaccia che non m'abbia io medesimo a travedere, non s'hanno già da imputare a difetto d'intenzione, ma si vogliono qui soltanto memorati in ar-

gomento de' molti studi occorrevoli perchè appunto a quelle intenzioni rispondano più avventurosi gli effetti.

15. Non posso però a meno di notare come gl' interessi commerciali e industriali sieno di spesso più favoreggiati assai degli agricoli. Irrecusabili sono ed immensi i vantaggi derivanti dalle strade ferrate perchè aumento di comunicazioni è aumento di commercio, e vitale incoraggiamento a produrre. Tuttavolta spesso, oltre la superficie di terreno occupata dalle nuove strade, s' intercettano, si manomettono, si tolgono insomma all'agricoltura molte considerevoli estensioni di terra per servire alla loro costruzione. Si compensano con danari i possidenti, sono reintegrati della diminuzione della loro rendita, ma è questa una reintegrazione sufficiente? Perchè il proprietario è tacitato mediante una somma d'argento, è compensata la produzione sottratta al pubblico, la privazione di lavoro occasionata al campestre operaio? e non potrebbesi almeno rimettere di qualche guisa in istato coltivabile tanto terreno che rimane ai fianchi delle strade ferrate o incoltivabile, o in dominio delle acque a pregiudicamento di pubblica salubrità? È giusto d'altronde che si profondano tesori per correre, ma sarebbe giusto eziandio che se ne spendessero una volta per coltivare. - Non è forse rimprovero incessante il vedere tante migliaia d'ettari di terreno incolto sotto nome di lande, brughiere, paludi ec.? Sono come tante officine deserte per mancanza di capitali, e sarebbero sorgenti di lavoro a migliaia di braccia, e di ricchezza a migliaia di coltivatori. Se una manifattura cospicua industriale si trova per poco arenata, veggiamo soccorsi autorevoli accorrerle in aiuto, ma quelle povere lande, oh rimarrannosi lande per chi sa quanti altri secoli! E pur troppo non è quasi a dire altrettanto considerando l'abbondanza delle acque di cui dovrebbe profittarsi, eppur si lasciano dimenticati gli esempi de' padri nostri da' quali abbiamo ereditato i grandiosi e mirabili canali che in tante parti d' Italia recarono l' immenso beneficio dell' irrigazione di cui si gode e potrebbe estendersi a superficie venti volte maggiore?

16. Che se si tolgano ad esame tante altre cause di diverso genere similmente poco benevoli all'agricoltura, crescerà l'evidenza di dover meditare profondamente sulle disposizioni veramente idonee a favorirla. La storia contemporanea pone fuori d'ogni dubbiezza due fatti rilevantissimi: 1° che notevol parte di popolazione (ed è grandissima in Francia, nel Belgio e soprattutto in Inghilterra) fuggendo quasi gli agricoli distretti si è conglomerata nelle città principali e continuo v'accorre per dedicarsi all' industria manifatturiera; 2° che ad onta di tutti gl' incoraggiamenti e di tutte le attrattive delle occupazioni campestri, malgrado le crisi commerciali, e le stesse disavventure e mal essere della classe degli artieri, le quali dovrebbero consigliarli a rivolgersi di nuovo all'agricoltura, hanno eglino il disperato coraggio, per dirlo con parole del Taylor, di rimanere avvinti alle loro officine, e di guardare di piè fermo in faccia alla stessa fame anzichè ritornare ai lavori della campagna. Riflessi gravissimi da ponderarsi incessantemente da que' presidi della cosa pubblica, i quali sanno ravvisare quanto importi al civile consorzio il mantenere nelle popolazioni ancora agricole il loro attaccamento ed interesse a conservarsi tali. Il quale attac-

camento sarà malagevole ad ottenere finchè la società pensa unicamente a contentare tutte le instanze e insofferenze continue degli operai di città, quasi per nulla contando i lavoratori delle campagne, il cui sudore è di sovente in parte gettato ad attutire le intolleranze di quelli. E dappoichè venni in discorso della più numerosa e men prospera classe (e tanti milioni di lavoratori sono ben degni che, se non quanto si adopera in vantaggio degli operai cittadineschi, parte almeno si estenda anche a loro) dirò solo essere omai tempo che il popolo della campagna sappia non da scritti ma da opere, che non si disconosce il doppio fine della moderna scienza campestre. La quale non il solo materiale miglioramento ha per fine, ma l'altro più sublime ancora e senza del quale non può quello pienamente conseguirsi, l'adoperare cioè allo incivilimento e ben essere di tutta la popolazione che vi è dedicata. Ma quanto verrò come ho detto sponendo ne' citati Libri, mi dispensa dal soggiugnere altre parole a dimostrare; che la società non solo può far molto per l'agricoltura, ma lo dee, nè potrà conseguirlo senza volgersi ad altri mezzi e più efficaci di quelli finora addottati.

17. Ora per entrare più direttamente nel subbietto di questa introduzione mi fo a riassumere ed argomentare il

PIANO E SCOPO DELL'OPERA.

Per verità in questa prima metà dell'odierno secolo gl'impulsi e gli studî per l'agricoltura oltrepassarono di lunga mano l'età trascorse. Per verità convien pur dirlo si traboccò d'utopie teoriche e tecniche onde s'ingenerò ne'cultori pratici confusione e disamore alla scienza ed al progresso, nè mancheranno altre prove per viemeglio dimostrarlo a suo luogo. Accade però nell'agronomia speculativa, o innovatrice, quanto avvenir suole nelle manifatture: oggi vale quel che domani cadrà, e viceversa. Sempre si conferma quella vecchia sentenza: *risorgeranno molte cose già decadute, e molte cadranno che ora sono pregiate.* (*) Una volta le *ortensie*, poi le *dalie*, poi le *camelie*: torneranno in onore le *rose*, dimenticherannosi *i crisantemi* e i *rododendri*. Così al cavolo gigante successe il gigante articiocco: ebbero voga l'aratro *Grangé*, il concime *Iauffret*, poi il coltro americano, e il carbone: oggi il *drenaggio* e il *guano* che minaccia di risorgere: vennero in moda e *arachidi*, e *carote*, e *batate*, poi l'*indigofero poligono*, e il *chaya-vert*, e le *bistorte*, l'*oxalis crenata*, la *myrica carolinensis*, il *petsai*, e chi sa quant'altre piante, se non per qualità materiali, per novità almeno di nomi, celebrate. Ma le novità più singolari e di vitale importanza nella grand'arte della produzione quelle sono onde si modificano e quasi rifannosi a nuovo le teoriche direttrici dell'arte medesima. Nuova e pressochè del tutto cangiata è la teoria de' concimi per gl'insegnamenti del Davy, poi per quelli del Payen, e del Liebig, e del Gazzeri, e del Johnston e del Malaguti. Ma se parte e non piccola di cotali proposte ed insegnamenti, perciocchè fra loro s'elidano, sono piuttosto da memorare per esercizio a scoprimento del vero anzichè da tenersi

---

(*) *Multa renascentur quae iam caecidere cadentque. — Quae nunc sunt in honore.* Orazio, De art. poet.

gran fatto praticabili, tuttavolta e' mi parve utilissimo problema da risolvere, l'esaminare senza prevenzione di speciale sistema ipotetico, quanto havvi di meglio per comporne una teorica razionale e possibile, e derivarne le norme tecniche o pratiche più profittevoli. Ma lo scopo ed il piano di queste ISTITUZIONI, oltre quanto è dichiarato nel Prodromo, richieggono qualche sviluppo a' tre seguenti quesiti.

18. Quale è l'estensione delle cognizioni occorrevoli all'agronomo? Secondamente cos'è dunque l'agricoltura? In terzo luogo quali le ragioni dell'adottato ordinamento delle scientifiche e pratiche cognizioni da esporre?

Estensione delle cognizioni indispensabili.

19. Gli antichi classici scrittori della cosa rustica, non pochi autori più o meno recenti, e sopratutto i compilatori di enciclopedie e dizionari agricoli estesero siffattamente il numero degli oggetti trattati nell'opere loro, da comprendere diffusamente l'agrimensura, la veterinaria, la caccia, la pesca, la cucina, l'arte del mugnaio, del ferrare i cavalli ec. Altri per l' opposito si tennero al solo riguardamento economico (ARTURO YOUNG, il B. CRUD ec.): molti all'esclusiva pratica: finalmente giunsero taluni ad escludere dallo studio agronomico la coltivazione degli alberi, quella delle ortaglie, il governo degli animali, la fabbricazione del vino, quella del formaggio ec.

20. **Eccedenze.** La soverchia estensione è generalmente addottata nei moderni Istituti di scientifico e pratico insegnamento rurale. Io trovo a mo d'esempio prescritto pel REGIO ISTITUTO AGRARIO FORESTALE e VETERINARIO, dall'art. 8. del regolamento relativo che *le materie da insegnarsi ne' quattro anni di corso saranno le seguenti:*

» 1. CATTEDRA DI MATEMATICA. *Aritmetica* comprese le proporzioni, e le progressioni, e l'uso de' logaritmi. *Geometria* speculativa ed applicata. Primi elementi di *Trigonometria* piana. *Planimetria Meccanica* speculativa ed applicata. *Costruzioni* condotta e regime delle acque. *Disegni* di Architettura e di macchine e di piani agrari e forestali.

» 2. CATTEDRA DI FISICA E CHIMICA. *Fisico-Chimica* generale. Elementi di *Meteorologia*, e di *Climatologia*. Elementi di *Chimica* inorganica ed organica. Elementi di *Mineralogia* e di *Geologia*. *Applicazioni* della *Chimica* alle arti attinenti all'agricoltura.

» 3. CATTEDRA DI BOTANICA E MATERIA MEDICA. Elementi di *Botanica*. Escursioni esercitazioni degli alunni nella determinazione delle specie. Dimostrazione delle piante officinali coltivate nell'orto. Principii generali di *Terapeutica*. Nozioni generali sopra le forme e le divisioni dei *Medicamenti*. Operazioni e preparati *Farmaceutici* in generale. *Storia naturale,* proprietà, indicazioni terapeutiche, modo di amministrazione e di applicazione di ciascun medicamento.

» 4. CATTEDRA DI ANATOMIA E FISIOLOGIA ANIMALE. Sezioni Dimostrative di *Anatomia* generale e speciale degli animali domestici. *Fisiologia* generale e speciale. *Esercitazioni anatomiche.*

» 5. CATTEDRA DI ZOOLOGIA, IGIENE E PASTORIZIA. *Storia naturale* degli animali utili o nocivi all'agricoltura. *Igiene umana e veterinaria*. Descrizione e razze degli animali domestici, loro propagazione, allevamento perfezio-

namenti e prodotti. *Medicina* forense e veterinaria. *Polizia* sanitaria degli animali domestici.

» 6. CATTEDRA DI PATOLOGIA E CLINICA. *Patologia generale.* Divisioni nosologiche più importanti. *Patologia speciale.* Teoria della *Ferratura. Clinica* quotidiana ed operazioni. *Storia* della veterinaria.

» 7. CATTEDRA D'AGRICOLTURA. Studio delle *terre. Correttivi. Concimi.* Descrizione ed uso degli *strumenti* agrari. *Lavoro* della terra. *Coltura* generale. *Colture* speciali. *Piante cereali e farinacee. Foraggi. Piante industriali. Orticultura.* Raccolta, preparazione, conservazione e spaccio de' *prodotti agrari. Avvicendamenti. Economia Rurale. Estimo* de' fondi rustici. *Amministrazione* agraria. Escursioni. *Scrittura* e *contabilità* agraria. *Geografia* agraria. *Storia* dell'agricoltura.

» 8. CATTEDRA DI ARTE FORESTALE. *Fisiologia vegetale. Albericoltura e Silvicoltura.* Impiego dei prodotti. *Economia* ed *Amministrazione* forestale. *Estimo. Entomologia* agraria e forestale. Escursioni ».

E per l'articolo 10. del citato regolamento, oltre ai corsi indicati, un professore straordinario dovrà spiegare le disposizioni del *diritto comune* ed *amministrativo* che hanno più speciale relazione coll'agricoltura, e colla conservazione de' boschi, vi saranno lezioni di *Lingua italiana* e *francese*, e di elementi di *Storia* e *Geografia*, e pe' veterinari si vorrebbe che i giovani avessero fatto il corso di *rettorica* e di *filosofia*.

21. Non molto dissimili per moltiplicità di nozioni si presentano gli Istituti francesi di *Versailles, Grignon* ec. di cui ho fatto parola nel Prodromo. Toccherò soltanto brevemente di quello annesso all'università di *Bonn*, nella Possessione demaniale di *Poppels-dorf* diretto dallo *Schweitzer*. In esso richiedesi che le lezioni intorno la coltura dei campi sieno basate sulla *Mineralogia* e *Fisiologia vegetale*: quelle intorno al Bestiame, industrie agrarie, giardinaggio, viticoltura, orticoltura, ec. sieno collegate colle nozioni di *Fisica. Chimica, Geometria, Stereometria, Statistica, Idraulica, Meccanica*: poi esercizi pratici di *Agrimensura, Livellazione, Formazione di piani ec.* infine deono insegnarvisi l' *Architettura rurale*, la *Veterinaria* la *Tecnologia* agricola il *Diritto rurale*, la *Storia*, la *Statistica rurale ec.*

22. Se io non erro gravissimamente, egli mi pare soverchio quel richiedere tanti studi quanti appena se ne esiggono per laurearsi nelle matematiche o nella medicina. Per ottenere un miglioramento reale nell'agricoltura non è da restringere a pochi la possibilità di comprenderla a dovere, ma deesi renderne diffuso l'insegnamento al maggior numero. Non ho a discutere se nell'esposto regolamento eccedano alcune prescrizioni, e d'altra parte sia diffetto di altre forse più importanti. Quegli istituti destinati forse a giovani perchè apprendano ad insegnare di poi essi medesimi ad altri, richiedono un complesso di cognizioni appunto commendevole in chi ha intendimento di aspirare a carriera professionale, o per caso speciale a dirigere qualche vasto stabilimento. Ma io replico sempre, doversi procacciare la massima diffusione de' buoni principii e precetti, cercando sovra tutto d'avere ovunque sparsi per le campagne uomini intelligenti ed esperti dell'arte. Nè meglio potrà conseguirsi, che riducendo l' insegnamento georgico ai limiti ch' io tengo abbastanza tracciati nel Prodromo, e mi occorre solo qui dischiarare.

23. **Limiti.** Altro esser dee l' insegnamento direi professionale, altro quello necessario a formare bravi agronomi, sieno proprietari, ingegneri, ispettori, direttori, agenti, fattori, affittaiuoli, quanti insomma dirigono, dispongono, sorvegliano campestri faccende. Dunque in primo luogo queste classi d'uomini possono egregiamente dispensarsi dall'essere veterinari, perchè nel caso e' mi parrebbe più coerente ed utile che conoscessero la medicina, dovendo importare assai meglio per ogni rispetto la salute de' lavoratori che de' bestiami. Onde si fa aperto dover bastare all'agronomo la cognizione generale delle prescrizioni igieniche riferibili sì agli uni che agli altri: ed allora al veterinario, al quale è pressochè inutile la cognizione delle pratiche del coltivare (meno quelle relative ai foraggi ed al governo degli animali), ponno egregiamente competere le nozioni di *Anatomia*, di *Patologia*, di *Clinica* ec. la teoria della *Ferratura* ec. Contentiamoci che l'agronomo sappia fare l'agronomo e basta. Nè poco sarà se apprenda quanto essenzialmente gli occorre d'apprendere.

Escluso perciò quanto è di speciale pertinenza della veterinaria dovrà questo agronomo, come io l' intendo, imparare tutta quell'*Algebra*, quella *Geometria*, quella *Fisica* e *Chimica* ec. ec.? E innanzi tratto di quali cognizioni debbe essere fornito quando s'accinge a questo studio, o a quello almeno da me prescelto e sviluppato in queste Istituzioni?

24. **Concetto dell'Opera.** Ecco il mio concetto semplicissimo: fosse altrettanto facile informarlo a capello. Il presente corso è fatto per chi sappia unicamente quella vecchia istruzione primaria non così animosa da oltrepassare il leggere, lo scrivere e la regola d'oro dell'aritmetica. Se non disconosca affatto l' aurea lingua del Lazio non sarà gran male: piuttosto gli gioverà non essere affatto digiuno della divina e patria favella. Nel che troverà non disgradevole e inopportuno sussidio dal piccolo Elenco abbenchè ristrettissimo di vocaboli agricoli posto in fine a queste considerazioni. Dopociò, e lo è già dal Prodromo, è subito manifesto il disegno di un'ampia requisizione di filosofici aiuti dalla *Aritmologia*, *Geometria meccanica* ec. Ma in questo appunto il mio lavoro è originale, (non perciò men disagevole e laborioso) nell'aspirare cioè all'intento di rendere piano e apprendevole tutto ch'è indispensabile a quella parte scientifica denominata Agrologia. Del modo di conseguirlo darò qualche ulteriore schiarimento più sotto. Mi basti ora aver bene definito: che a tutte le scienze occorrevoli è a farsi ricorso, ma conviene trarne quel tanto bastevole per conoscere a fondo la ragione filosofica dell'arte agraria, senza pretendere di possedere una enciclopedica e completa dottrina di tante scienze attinenti, affini ed ausiliarie dell'Agricoltura.

25. **Arti agricole inseparabili.** Delineati per siffatta guisa i limiti della estensione scienziale, separato ciò in che mi parve essersi di soperchio diffusi alcuni autori, è ora debito investigare la convenienza di comprendere per l'opposito quanto altri scrittori tennero dicevole di separare. Se si dia retta al Gasparin, converrà vender l'uve appena vendemmiate dal tralcio: le foglie del gelso appena colte dal ramo: il fieno, le paglie, qualunque materia da foraggio appena levata dal campo o dal prato. Seguitando coerenti a tale concetto, raccolti gli steli del lino e della canepa avrebbonsi a vendere in

istato analogo a quello del fieno, a chi esercitasse l'industria di macerare, dirompere e gramolare quelle piante. Imperciocchè, poggiando egli il precetto di vender l'uve sùl motivo che il prodotto separato dalla pianta cessa d'essere sotto il dominio delle forze vitali, non ne dipendono più le altre ancora anzidette, quando recise, disseccate e legate in manipoli sono affatto divise dal suolo. Per disconoscere, non dirò l'importanza, ma la necessità di quelle industrie o arti che si vogliano, quali ho, siccome rivela il Prodromo, riunite nell'ultimo libro colla intitolazione di Tecnologia agricola, è bisogno di smenticare distanze, difficoltà di comunicazioni, ed in ispecie le vicende meteoriche non che altrettali emergenze onde s' intralciano trasporti e spedizioni de' prodotti, fra quali non pochi prontamente alterabili se non prontamente soggettati a' quei processi. Laonde io persisto in tale convincimento, che oltre le fabbricazioni ed industrie da lunga stagione prese in consuetudine tra le faccende campestri, nel riprodurre il citato Prodromo, ho indicato per giunta al § 25 quella eziandio di soffocazione delle crisalidi de' bachi da seta.

26. **Necessità del Bestiame.** Questione più grave è quella del bestiame. Il Gasparin a precipua ragione di escludere non solo l'insegnamento, ma le cure pratiche del governo degli animali dall'agricoltura, assegna la impossibilità di fondere insieme le cognizioni *fitologiche* e le *zoologiche*. A stima di lui converrebbe, dopo aver discorso compiutamente dei vegetabili, rifarsi da capo per trattare degli animali: Esser l'agricoltura una scienza, la zootecnia un'altra: I negri del Senegal, i cinesi per molte contrade, e gli stessi europei in diverse regioni saper coltivare, e con grande profitto a sola opera d'uomini: Negli orti senz'animali, mercè ingrassi acquistati, conseguirsi produzioni costanti e meravigliose: Da un lato l'allevatore di animali ne venda il lavoro e il concime, comprando i vegetabili per nudrirli: per altro lato l'agricoltore venda al nutritore i foraggi, e ne acquisti gli ingrassi e il lavoro del bestiame. Per conchiusione limpidissima, l'agricoltore non ha d'uopo essenziale d'animali: dunque non deve occuparsene.

27. Nel libro speciale di Zoologia agraria ho riservato l'argomentare l'importanza di non disgiugnere il governo degli animali dalla coltivazione della terra, e non riescirà di lieve momento il rilevare quanto importi al civile consorzio, che l'agricoltura si occupi di produrre contemporaneamente pane e carni. Intanto la questione della necessità del bestiame è risoluta quando ammettesi la necessità dei lavori e concimi: solo rimarrebbe a discutere, se meglio valga l'opera di que' nutritori o quest'ufficio voglia essere dall'agricoltore adempiuto. Il valersi d'esempi d'agricoltura esercitata senz'animali, è quanto addurre l'eccezione per distruggere la regola. E la regola invece è meglio addimostrata da eccezione come quella degli orti: de' quali la coltura allora solo, e per avventura in Francia soltanto, potrà recarsi in esempio ed aver forza di regola, quando per l'estremo tagliuzzamento delle proprietà, ridotti i poderi ad estensione di esili orti, sia tolta ogni facoltà di avere bestiame alluogato e vivente del podere. Dico esili orti: perchè in quelli di ampiezza discreta, non solo d'ordinario tengonsi vaccine con largo profitto, ma spesso dal tenervele traesi più certa e lauta rendita che non dalle ortaglie. Dico inoltre; se si vogliono i prodotti, voler

si denno ingrassi e lavorii: e se questi deono volersi col miglior comodo, maggior vantaggio e minor dispendio possibile, è forza volerli sul fondo stesso, ch'è quanto dire tenervi bestiame. Vedi sottile avvedimento, prendere a noleggio animali per arare, interzare, pareggiare, solcare, erpicare e altri lavori e trasporti tuttodì riccorrenti! e nei giorni, e son pur tanti, in cui lavoreranno nel fondo, non sarà di spesso inevitabile dargli alcun cibo in luogo? e quante volte non perverranno eglino stanchi per viaggio o per lavori eseguiti in altrui prò? e quante altre fiate, appena giunti, la pioggia ramollirà troppo il terreno da non poterli adoperare? e insomma chi può noverare i *disoperi*, impedimenti e contrattempi e andirivieni e litigii e fastidi, di così incomodo e disutile patteggiamento? D'altronde sia mo la vendita de' foraggi, sia mo quella de' concimi, da coltivatore e nutritore può soltanto adempirsi con l'evidente perdita de' trasporti degli uni e degli altri dal fondo coltivato al luogo ove si alleva il bestiame; trasporti minimi o nulli sol quando esso ha stalla nel fondo. Altrettanto vale l'opporre il metodo dei bravi agronomi di tener distinta nota delle rendite del fondo da quelle del bestiame, come argomento che riconoscano di fatto la necessità di separare la coltivazione dalla zootecnia; quasichè il coltivamento del grano fosse scienza disparata e diversa dal coltivamento delle piante da foraggio, perchè un diligente economo rurale tenga separato ragguaglio della produzione dei suoi terreni aratorii, dei suoi prati, delle sue risaie! È poi meraviglievole che si ricorra a difficoltà di studi zoologici, quando nella trattazione delle parti più ovvie dell'arte, si largheggia in disquisizioni di meteorologia, d'idraulica ec., con corredo di nozioni chimiche calcolate a rigore matematico.

28. Nel fatto l'agricoltura, generalmente riguardando ai limiti che ne circoscrivono l'esecuzione pratica, si estende alla produzione e moltiplicazione di tutte le piante utili all'uomo. Dove è da intendere sotto vocabolo d'utilità, non solo quanto vale a nutrirlo, a vestirlo ed alla sua sanità e conservazione, ma eziandio quanto ne rende più agiata e lieta la vita. Non per altro l'agricoltore nella scelta dell'uve preferisce talvolta la qualità alla feracità di alcune specie di viti, che per soddisfare al piacere anzichè al bisogno del consumatore: non per altro coltiva molte piante tintorie od aromatiche, e tante svariate sorta di frutti. Ammesso, com'è irrepugnabile, che l'agricoltura è destinata alla produzione delle piante utili all'uomo; e ritenuto che per ottenerla col miglior mezzo economico è necessario, generalmente parlando, di eseguirla coll'opera del bestiame; col quale, siccome ho mente d'aver chiarito, è in rapporto naturale e strettissimo mercè il vicendevole impiego de' foraggi e del concime, e mercè il soccorso indispensabile della forza degli animali; è soverchio accertare la necessità di apprendere cosa sia vegetabile, cosa sia animale; e quindi l'uopo di accurato studio della botanica agraria, non che de' mezzi pei quali od in cui vivono e piante e animali, cioè l'aria, la terra e l'acqua. Similmente sarebbe superfluità dimostrarlo per le altre cognizioni indicate nel Prodromo, dove mi pare averne a sazietà ragionato. È adunque da far passo alla seconda questione: cos'è l'Agricoltura?

Definizione dell'Agricoltura.

29. La piupparte degli scrittori georgici hanno evitato la difficoltà o stimato inutile di definire, che s'intenda sotto il vocabolo d'agricoltura. Per citarne alcuni, CATONE, PALLADIO, AGOSTINO GALLO, SCHEIDWEILER, RASPAIL, la MAISON RUSTIQUE, DE CAPITANI, il TRINCI, AFRICO, il MITTERPACHER, ec., direttamente non se ne occuparono.

30. Fra coloro che ravvisarono nell'agricoltura una scienza, mi limito a citare i seguenti: VARRONE lasciò scritto che l'agricoltura *non modo est ars, sed etiam necessaria ac magna, eaque est scientia quae docet quae sint in quoquo agro serunda et faciunda, quaeque terra maximos perpetuo reddat fructus* (1). Cioè non soltanto è arte, ma necessaria e grande, ed è ancora scienza, la quale insegna ciò che debbasi nel campo seminare ed operare e quali massimi frutti abbia perpetualmente, ossia continuatamente da rendere la terra. COLUMELLA si limitò a dirla prossima e quasi consanguinea della scienza (2). Più esplicitamente la dissero scienza il DUHAMEL: *c'est une science qui nous apprend à bien cultiver les terres pour en tirer tout le produit possible* (3), e il GASPARIN: *c'est la science qui recherche les moyens d'obtenir les produits des vegetaux de la maniere la plus parfaite et la plus economique* (4).

31. Altri scrittori la definirono siccome arte, fra i quali noterò i seguenti. Il CHENDI la dichiarò: *una pratica cognizione della qualità e situazione d'ogni terreno, della cultura adattabile al terreno esaminato e per le sue qualità conosciuto* (5), cosicchè non la considerò risolutamente per arte, come il RATTI che con molta disinvoltura la disse semplicemente *l'arte di coltivare la terra* (6): difinizione esattamente addottata dal JOHNSTON nel suo catechismo ristampato in 15 o 16 edizioni, cioè in complesso a centomila esemplari (7). Il ROSSET poetando chiamò l'agricoltura: *l'art qui force la terre à donner les moisson* (8) e fu definita nei PRINCIPII D'AGRICOLTURA (9) *l'arte che insegna a coltivare la terra affine di ricavarne la maggiore quantità possibile di prodotti, più che all' interesse privato, diretta al pubblico bene per soddisfare i bisogni dell'uomo:* definizione che ho citato per la sua singolarità di rivelare il più nobile scopo dell'arte medesima. Una definizione che si diffonde in enumerazione di parti è quella del MAYER: « c'est l'art de cultiver la terre de ma- » niere a ce qu'elle produise tout ce qui est necessaire pour la nourriture, » la boisson, le vêtement, le chauffage et la construction d'une maison » (10). Il celebre THAER si limitò a dichiararla « art de faire rendre à la terre

(1) Loc. cit. Lib. 1, cap. 3. Alcune edizioni portano *servanda* in luogo di *serunda*.

(2) *Res rustica quae sine dubitatione proxima et quasi consanguinea sapientiae est* Lib. I, pr.

(3) Elements d'Agriculture. Preface pag. 1, Paris 1763.

(4) Cours d'Agriculture. Introduction pag. 10, Paris 1844.

(5) Il vero Campagnuolo Ferrarese. Ferrara 1761.

(6) Trattato della Seminazione de' Campi ec. di Giambattista RATTI. Venezia 1765.

(7) Catechismo di Geologia e di Chimica agraria di G. F. JOHNSTON, tradotto dal Vegezzi-Ruscalla. Torino 1847.

(8) L'*Agriculture, poème, chant premier*, Paris 1774.

(9) D'Anonimo, stampati in Bologna, seconda edizione 1793.

(10) *Cathéchisme Agronomique traduit de l'allemand*, de M. MAYER, Paris 1803.

des produits avantageux » (11), di cui in parte è traduzione amplificata quella di Angelo Antonio RASTELLI, che la disse *arte di ben coltivare i campi e di far fruttar le terre, per trarne de' vantaggiosi prodotti all'umana sussistenza* (12). Adamo FABRONI la definì *l'arte di ricavare il massimo profitto dalla superficie del campo, volgendo la sua attività a produrre quel frutto che più piace all'uomo* (13), e Gio. Battista GAGLIARDO, sia nel suo catechismo, sia nel vocabolario agronomico la chiamò *l'arte di lavorare il terreno e coltivare le piante* (14). Fra i recentissimi il MOLL disse: « l'agriculture est l'art de pro- » duire des plantes et de multiplier les animaux, nécessaires à l'homme » (15) e il GIRARDIN e il DU BREUIL la schierarono fra l'industrie con questi termini « l'agriculture dans l'acception la plus etendue de ce mot est une » industrie qui a pour objet l'exploitation du sol et la production des sub- » stances alimentaires ou autres utiles à l'homme et aux animaux dome- » stiqûes » (16). Dove è facile riconoscere, che all'*exploitation du sol* e alla produzione delle sostanze *autres utiles*, non disdirebbe l'industria delle miniere.

32. Infine altri scrittori per isfuggire l'imbarazzo di additarla per arte o come scienza, si limitarono a designarne lo scopo. Così Ciro POLLINI: *l'agricoltura si propone di cavar dalla terra il maggior provento colla minore spesa possibile e l'ottiene unendo alla pratica la teoria ossia la scienza agraria* (17). Ma Filippo RE avea già detto: *l'agricoltura si prefigge di ricavare dalla terra il maggior possibile guadagno colla minima possibile spesa* (18). E senza occuparmi più oltre delle allegate definizioni, tengo facile ad ognuno il rilevarne le imperfezioni confrontandole con questa stessa del RE migliorata dal prof. CONTRI (19) suo degnissimo successore e maestro mio per teorica e pratica lodatissimo: secondo la quale **l'agricoltura è l'arte di ricavare costantemente dal terreno il massimo possibile profitto colla minima possibile spesa.**

33. Difatti sarebbe agronomo improvvido quegli, che a guisa di certi affittaiuoli negli ultimi anni di allogagione, traesse il massimo prodotto con progressivo depauperamento del suolo. Sarebbe agronomo non giudizioso

---

(11) *Principes Raisonnés d'Agriculture traduits par* CRUD T. 1, p. 1. Paris 1811.

(12) Il Dottor della Villa su tutti i principali oggetti dell'agricoltura: prefazione, pag. 10. Ancona 1818.

(13) Istruzioni elementari d'Agricoltura, capit. I, p. 1. Milano 1819.

(14) Catechismo agrario, p. 1, quarta edizione. Milano 1821. Vocabolario agronomico Nap. terza edizione, 1823 pag. 10.

(15) *Manuel d'Agriculture*, pag. 11. Bruxelles 1849.

(16) *Cours Elementaire d'Agriculture* par GIRARDIN et DU BREUIL, T. I. pag. 1. Paris 1850.

(17) Catechismo Agrario, Cap. I. p. 1. Verona 1819.

(18 Nuovi elementi d'Agricoltura. Milano 1815; proemio, pag. 1.

(19) La definizione addottata dal CONTRI è: l'*Arte di coltivare la terra in modo da ricavarne più abbondanti e più perfette le derrate utili all'uomo*. V. Due lezioni di Agronomia. Lucca 1839. — Il ch.° dott. BERTOLA in una Memoria sul seme e sul germogliamento la definisce *l'arte di educare le piante in guisa di ottenere il massimo prodotto*. Vedi l'eccellente Repertorio di Agricoltura del ch. prof. RAGAZZONI, nuova serie T. XI, p. 93.

quegli che, risparmiando le spese indispensabili si riducesse a prodotti sempre più minori di quelli attendibili dal suo terreno. Sarebbe agronomo sconsigliato quegli, che volesse raccolti massimi, a costo di qualunque dispendio. Il rapporto del profitto massimo da conciliare colla spesa minima possibile e colle condizioni d'ottenerlo **costantemente,** disvela il principio vitale dell'agricoltura, e forma per così dire il fondamento dalla sua essenzial parte ch'è l'ECONOMIA RURALE. E dissi questa esser parte di quella: conciossiachè coloro i quali per l'opposito pretendono l'agricoltura esser parte della Economia rurale, eccedono, giudicando l'essenza dell'arte dipendere dal risultato. Infatti l'arte può esistere con diverso successo, salvochè, conformandosi più o meno alle discipline economiche, conseguirà più o meno il suo scopo: e in effetto può per avversità di circostanze commerciali o altre, un fondo egregiamente coltivato rendere meno ch'altro, la cui agricoltura sia inferiore. Del che più lucidamente a suo luogo.

34. **È scienza o arte?** Preferisco di riconoscere nell'agricoltura un *arte* anzichè una *scienza*, benchè realmente abbia anche natura di scienza, e le citate opinioni di VARRONE, COLUMELLA, DUHAMEL e GASPARIN sieno di gran peso, perchè di veri maestri nel presente subbietto. Ma egli è impossibile disconoscere, che l'agricoltura considerata come arte ha più stretta relazione col suo scopo diretto: cioè coll'esecuzione pratica e ragionata de'precetti, quali l'agricoltura considerata come scienza può dedurre dalla cognizione astratta de' suoi elementi. Quindi volendone agevolare l' intendimento a tutte le classi d'uomini che hanno ad occuparsene direttamente, è d'uopo piuttosto la parte scientifica adattare possibilmente alle forme di arte, che questa elevare alla sublimità della scienza. D'altronde le arti, secondochè modernamente sono definite, si *comprendono* si *studiano* e si *eseguiscono*. E rigorosamente, siccome avverte anche il THAËR, l'agricoltura è **scienza, arte,** e **mestiere;** o più aggiustatamente partecipa come scienza (cioè opera d'umana intelligenza) di tutti questi tre modi di riguardarla: essendochè la **scienza** *conosce*, **l'arte** *conosce* ed *applica*, e il **mestiere** nel caso dell'agricoltore, *conosce, applica* ed *eseguisce*, prestandogli la cognizione, sia l'esperienza propria, sia l' intelligenza di chi lo dirige; intendendo qui sempre di parlare dell'esercente mezzadro ossia associato al possidente, o possidente egli medesimo. Ma in un Trattato georgico, è da prescindere dai particolari del mestiere, e la scienza coi fatti raccordare: perciò più come **arte** si vorrà ritenere.

Ragioni dell'Ordinamento prescelto.

35. Per me adunque sta preferibile l'appellazione di arte, in ispecie in queste Istituzioni destinate principalmente agli agricoltori pratici. Rimane però intatta la sua natura scientifica e tecnica, onde si ha poi la distinzione di agricoltura teorica e pratica. Molti e spettabili autori hanno assegnato il nome di **agronomia** alla scienza agraria; e fannola consistere nel-l'*esame filosofico di ciascuna parte dell'agricoltura, pel quale facendo astrazione da ogni eventualità di luogo e di tempo, ma queste pure mettendo a calcolo nelle loro generalità, si stabiliscono fondamentali precetti ed ovunque applicabili*

nelle particolari circostanze (1): così comprendendovi tutta la parte che l'agricoltura ritrae dall'applicazione delle scienze. Il nome poi di **agrologia** si è adoperato a significare la cognizione speciale del terreno. Rimanendo io sempre nel convincimento suesposto che la *scienza* si estenda ancora alla direzione dell'*arte* e dello stesso *mestiere*, non trovo modo di segnare limiti fra loro così distinti da comporre disgiuntamente un trattato *teorico* e un trattato *pratico*. Osservando però che il significato d'**agronomia** suona (da αγρος campo e νομος norma) regola del campo, e quello d'**agrologia** (da αγρος campo, e λογος discorso) vale come ragionamento del campo; ammettendo cogli altri di adoperare la parola *agro* quasi a sincope di agricoltura; fo stima, che la parte più generalmente scientifica, cioè quella che studia ed esamina o quasi semplicemente conosce, e unicamente *ragiona* della cosa rustica, possa dirsi **agrologia**: (2) e la parte più direttamente intesa all'applicazione delle cognizioni acquistate mercè l'**agrologia** così specificata, parte contenente l'esposizione delle *norme* dell'arte da quella dedotte, possa convenevolmente chiamarsi **agronomia.**

36. Sul quale opinamento, detto quanto basta perchè il lettore conosca il senso, se non quello che hanno, quello in cui sono adoperate in quest'opera cotali parole, risulta, se non erro, sufficientemente spiegata la prima divisione principale di queste Istituzioni; quale ho descritta nel PRODROMO e si parrà ora evidente nella disposizione che segue:

AGRICOLTURA { AGROLOGIA
AGRONOMIA

37. Se deve apprendersi la ragione delle opere, siccome è nobilissima facoltà che principalmente distingue l'uomo dall'animale, è d'uopo indagare le leggi della natura; e senza la sommaria esposizione dei principali fenomeni di cui si occupano le scienze, è quasi impossibile lo studio dell'agricoltura nel suo aspetto teorico, o vogliam dire razionale. Le umane cognizioni dividonsi, dietro la scorta filosofica dello AMPÈRE (3), in due grandi regni: e qui debbo pregare i lettori meno versati in questi studi a non ispaurirsi de'nomi, e notare l'avvertenza da me seguita in tutta la presente Opera, di non mai discompagnare le denominazioni scientifiche meno comuni, da indicazioni volgari che ne riflettano il significato (4). Pe' due regni dello AMPÈRE le scienze si distinguono

IN { COSMOLOGICHE; relative al mondo materiale, o *fisiche*.
NOOLOGICHE; relative al mondo morale, o *metafisiche*.

Tutto ciò ch'è materia, o meglio diremo, sostanza *inorganica* ed *organica*, è contemplato dalle prime; e tutte le altre cognizioni che non si riferiscono

(1) CONTRI, lezione 1, letta all'orto agrario dell'Università di Bologna il 18 novembre 1834. Lucca 1839.

(2) Quando si consideri che agrologia può tenersi come derivato da αγρος e λογόω *rationalem facio*, il mio concetto appare ancor meglio giustificato. D'altronde a significare lo studio del terreno in luogo di AGROLOGIA, parmi più adatto GEONOMIA.

(3) *Essai sur la philosophie des sciences*, Paris, 1844.

(4) *In historia naturali nomina trivialia numquam, absque summa urgente necessitate mutanda sunt.* FABRICIO.

alla materia, sono comprese nel regno delle NOOLOGICHE, siccome la logica, la morale, la giurisprudenza, la storia, l'economia pubblica ec. Notiamo ancora un altro carattere speciale dei prefati due regni. L'insieme delle scienze COSMOLOGICHE fa conoscere il mondo e i suoi esseri organizzati: ma contiene appena la metà delle cognizioni o sia delle verità da classificare. Perchè fra quegli esseri avvene uno che ci deve occupare e ci occupa quanto il rimanente dell'universo, cioè l'uomo: quindi nasce la serie delle scienze filosofiche morali e politiche: e questo studio dell'uomo, seguita l'AMPÈRE, dee venire solo dopo quello del mondo e della natura.

38. Era dunque razionale il distinguere le cognizioni scientifiche da cui trae utili applicazioni l'agricoltura, secondo la natura loro, o più facilmente secondo la natura degli oggetti intorno cui versano: e cotali oggetti potendosi distinguere in materiali o immateriali, come le scienze di cui formano subbietto, quindi la scienza agraria come io l'intendo, o **agrologia,** viene a suddividersi in altri due rami, l'uno comprendente le ISTITUZIONI FISICHE, l'altro le ECONOMICHE. E non mi parendo esigere ulteriori chiarimenti l'altre divisioni risultanti dai prospetti annessi allo stesso PRODROMO, mi occorrono soltanto poche altre dilucidazioni.

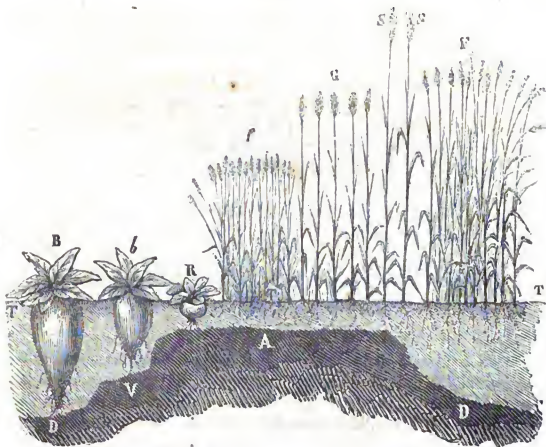
39. **Teorica e pratica.** Posciachè in questo secolo, chiaro sovra ogni altro per rapidissimo progresso nelle scienze naturali, e specialmente nell'applicazione loro, celebri chimici provarono con memorabili dottrine l'importanza del necessario collegamento delle pratiche agronomiche colle chimiche nozioni; e d'altra parte celebri botanici resero evidente, come l'arte agraria non possa reggere su più luminosi principii di quelli rivelati dalla scienza fisiologica degli esseri vegetanti: pure essendosi alcune teoriche proposizioni trovate discordanti dalla pratica, e certe pompose scoperte che promisero chimerici lucri avendo finito per risolversi in reali dispendii, venne quasi in dispregio la teoria. E già non pochi scrittori georgici, sia in lodati periodici o in libri d'agricoltura propendono, quasi generalmente, a limitare lo studio degli agronomi alla cognizione di quanto si fa praticamente ne' diversi paesi e dai diversi più sperimentati agricoltori. Non è adunque il solo villico, il rustico lavoratore del campo, che ripudii la teoria; ma eziandio gran parte dei possidenti meglio istruiti ed affezionati alla coltivazione. Lo stesso illustre Consesso della Sezione agronomica e tecnologica sia in Pisa che in Torino, non dubitò d' invitare i migliori coltivatori a descrivere le pratiche rispettive di ogni paese, riputando per tal modo di servire eminentemente al progresso dell'agricoltura. Proposta bellissima, già messa in atto da Filippo RE ne' suoi utilissimi *Annali d'Agricoltura del regno d'Italia*, e riproposta ed in qualche parte da alcuni scrittori sparsamente adempita. Tuttavolta ciò vale a conseguire un' immensa raccolta di pratiche, o, acciochè il dica, una vera congerie di cose buone, d'inutili, di contradditorie e d'erronee. Converrà sempre che la mente dell'uomo illuminato dalla scienza pronunci, quali sieno da adottare, quali da emendare, quali da proscrivere. Vedremo alcuni possedere floridissimi gelsi che mai furono tocchi dal ferro del potatore, ed altri commendare l'uso di capitozzarli troncando loro ogni sorgente di prosperità, fors'anco di normale conservazione col privarli d'ogni ramo appena sfogliati, e quindi d'ogni mezzo di

pronta riparazione. E sarebbe indefinito il novero delle pratiche contradditorie e delle emendabili. Or chi dovrà giudicarne, se non le immutevoli leggi della stessa natura, le quali a noi si disvelano appunto dalle scienze naturali, in ispecie dalla fisica e chimica agraria, dalla botanica e dalla fisiologia? Lo studiare fatti speciali rilevati nelle diverse contrade, c' insegnerà egli la convenienza di praticare quegli stessi fatti in contrade diverse? Solo il conoscere la fisica e chimica composizione dell'aria, dell'acqua e del terreno, non che l' interna struttura e organismo delle piante stesse e del come esse nascano, s'alimentino, crescano e si moltiplichino, è l' insegnamento che s'applica a tutti i paesi. È uno studiare fatti, ma fatti più generali, più importanti, e i soli atti a rendere conscii degli effetti che producono. Laonde le scienze naturali nella loro applicazione all'arte del coltivare, non sono da ultimo, che uno studio egualmente pratico: se non che riguarda quella parte di pratica che sola è degna dell'uomo; che sola può guidarlo nella sua agronomica gestione; che sola può istruirlo della ragione delle cose e non condurlo ad operare a materiale similitudine degli altri, con evidente pericolo d' inganno ogni volta che le circostanze tutte non sieno esattissimamente conformi.

40. **Pratici assoluti.** Ciò basti per quegli autori i quali vorrebbon respinti i filosofici aiuti attendibili dalle scienze, mentre dovrebbero limitarsi a disceglìere il buono ch'esse ponno recare, dalle intemperanze di alcune dottrine non accettevoli per difetto, non delle scienze, ma di que' scienziati che le abusarono. Parliamo de' coltivatori pratici. Perchè hanno eglino in discredito ogni teoria? Perchè volendo designare un agronomo poco fortunato, quasi spregiando, lo chiamano un teorico? Egli è, perchè la poca sobrietà d'alcuni moderni, nel dettare nuovi dogmi di chimica e fisiologia vegetale, non solo produce impaccio e confusione nella mente degli agricoltori, onde abbarra il passo a reali miglioramenti, ma ormai, fra le incessanti dubbiezze e contraddicenti sentenze, li trae ad ogni disamore delle cognizioni scientifiche ed all'empirismo li sospinge. E questo vale pei coltivatori più illuminati. Per la classe poi numerosa, egli è l'esempio di agronomi in azione, se mi si conceda l'espressione, che le teoriche discredita, quando fanno praticare nuove agricolture, com'essi le proclamano, o in loro tenimenti o in poderi assai incorrettamente chiamati modelli, ritraendone abbondanza di spese anzichè di rendite. Quindi il conchiuderne: le teoriche rovinare gli agricoltori, le nuove idee non risolversi che in disinganni. E così sempre si seguiterà a conchiudere finchè si tengono le scienze colpabili dei difetti dell'uomo, che le scienze imperfettamente conosce o non sa debitamente applicare. Traggo un esempio tra' coltivatori che furono. Il celebre Tull pretendendo la terra dovesse tutto produrre a forza del solo dirromperla e amminutarla, non ha certo insegnato ai suoi imitatori sistema valevole per arricchire. Ma seguì egli un principio teorico? Poggiò egli il suo sistema sulle condizioni fisiche, chimiche, e fisiologiche delle piante e del terreno? Per lo contrario egli non fu appunto che un pratico, che copiò una pratica, altrove rilevata utile in isperiali circostanze ma che si volle troppo generalmente applicare.

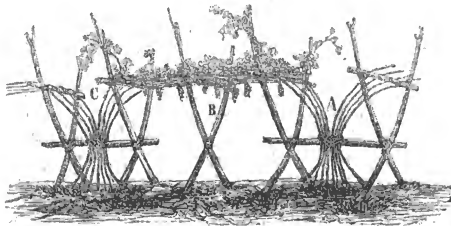
41. Sia il pratico di buona fede, e prima osservi le altre industrie. Non

hanno queste fatto immensi progressi da poco più d'un quarto di secolo? A che si deve lo slancio dell'arti manifatturiere se non all'intervento delle scienze ed alla risoluzione de' grandi fabbricatori di chiamare in concorso alla direzione delle fabbriche ed officine uomini versati nelle scienze, ed interpellare i più celebri sapienti? Quanti dubbi non conserva egli il pratico sugli stessi metodi che predilige, da cui gli grava di muover passo? Non di rado si mostra incerto se il lavoro profondo sia da preferire al superficiale: e pure, ovvie cognizioni di **geologia** lo farebbero avvertito se lo strató, sottoposto a quello cui limita i suoi lavori, è tale da poterne utilizzare riportandolo alla superficie col più profondo lavoro; e possedendo le prime nozioni di **botanica,** terrebbe calcolo della diversa lunghezza di radici, che ponno sviluppare le varie piante, e ne dedurrebbe la conveniente altezza che dee avere lo strato coltivabile.

Fig. 1.

Infatti la teorica fondata sulle cognizioni geologiche, botaniche ed altre opportune, indica: che se il terreno sia arato nella posizione A T, come accenna il superiore disegno, vangato nel punto corrispondente a V, e divelto a due puntate di vanga, o **ravagliato** in quelli sopra D e D, la barbabietola B (pari essendo le altre circostanze) avrà sviluppo doppio della b, mentre la rapa R troverà bastevole alimento nello strato T A: che il frumento f riuscirà molto minore di quello notato F ove il divelto T D è molto maggiore dell'arato T A, supposti F ed f di pari spessezza tra pianta e pianta: che in quello stesso terreno T A il frumento G seminato più rado, sarà molto superiore di quello f. E la teoria gli svelerà le ragioni, perchè ciò accada, fra le quali la cognizione che la barbabietola coltivata a dovere

cresce la sua fusiforme radice a lunghezza di 40 o 45 centimetri, la rapa a 15 o 20, il frumento nel terreno poco profondo a soli 12 o 15, ma più e in proporzione (sino a un certo limite) della maggior altezza di terreno lavorato: intantochè lo stesso frumento G dilaterà più copiose radici del frumento f, perchè nella larghezza dello spazio ha potuto supplire alla deficienza di profondità. E nondimeno il **puro** pratico non sa veramente quanto sia lunga la radice del grano; egli non l'ha forse mai veduta, perchè volendola osservare, il pezzo da lui strappato al terreno è tutt'altro che l'intera radice colle sue barbicelle intatte, alcune delle quali hanno lunghezza altr'altro maggiore. E quante volte gli sarà occorso di vedere frumento, come gli steli S S, vicino per caso a fosso o buca otturata, soverchiare gli altri, e nondimeno prosegue sempre a non accordare più di 12 o 15 centimetri di terreno lavorato al suo grano?.

42. Se il pratico è di buona fede, troverà nei precetti d'**economia rurale**, che quando egli coltiva le viti con tanti sostegni, come dimostra il seguente bozzetto,

Fig. 11.

egli fa un'agricoltura di lusso, a meno di non avere legname e mano d'opera in conto di nulla, o di essere in condizioni di esposizione e di clima da ricavare dalle sue uve vini squisitissimi, e vendevoli a prezzi elevati. Dunque lo studio della **climatologia** non gli sarà così frustraneo, quando avesse a decidersi per avvignare un terreno da nuovo. - S'è di buona fede, quando troverà descritto come sia profittevole per ingrassare bovi l'apprestar loro vinacce asperse di crusca, non le getterà più nel campo o peggio nella strada; e la **zootecnia** oltracciò gli insegnerà quanto valgano foglie di olmi e di tante altre piante per nutrire animali, benchè, col dar retta ai contadineschi pretesti (1), le si lascino, come ho detto, in preda all'acque ed ai venti. Legga di buona fede quanto verrò sponendo anche nella parte scientifica delle presenti Istituzioni, e se Dio m'aiuti, non dispero di emanciparlo dalla dispotica autorità della pratica.

---

(1) *Ne plus censeat (vilicus) sapere se quam dominum.* CATONE, cap. V, 2; onde poi COLUMELLA: *Agrum pessime multari, cuius dominus quid faciundum sit, non docet, sed audit villicum.* L. 1, cap. 11, 2 ediz. POMBA 1828.

43. Consideri intanto; che le sue regole sono unicamente maniere trasmesse dalla tradizione, per natura loro alterabili coll'andar del tempo, e conservate dalla consuetudine, non di rado modificata per diverse circostanze di epoche e di luoghi: che il pratico si riduce a conoscere ciò che ha fatto il suo predecessore, e che dai vicini si opera, mentre soltanto coll'insegnamento teorico può apprezzare, se quanto è fatto dal suo predecessore o dal suo vicino deve essere in parte emendato, in parte soppresso, e in parte sostituito da migliori pratiche. Infine che colla *sola* pratica è quasi impossibile ogni miglioramento; perchè inconcialibile con quella perpetuanza ne' soliti metodi e lavorazioni. Breve, la teoria digiuna di pratica può riuscire fallabile o inutile, ma la pratica senza teoria riperpetua gli errori e ripudia il miglioramento dell'arte e del coltivatore.

44. **Motivi dell'ordinamento prescelto.** Oltre i motivi razionali sovra esposti nel PRODROMO, ebbi pure a tener conto d' altre ragioni di opportunità, da giustificare in questo luogo. Ritenuta l' intima e congiunta cooperazione della teoria colla pratica, mi proposi tuttavia di comporre queste Istituzioni a modo, non solo di comprendere nella prima parte le nozioni più relative alla teorica, e nella seconda quelle più affini alla pratica, ma di renderle di certa guisa l'una all'altra connesse, non però siffattamente da non reggere indipendenti fra di loro. Senza presumere sufficiente approvazione all'Opera mia, da poter essere adottata per qualche agrario insegnamento, intesi a conseguire nullameno tale scopo coll'offerire un Corso completo, atto ad istruire bastevolmente chi, senz'aver ricorso ad altri studi, voglia conoscere quanto è da sapere da un agronomo, e quest'ottenere in un paio d'anni, cominciando nel primo anno indifferentemente dalla prima parte, o dalla seconda. Dove è tuttavolta d'avvertire che, limitandosi alla sola seconda parte, vi si troverà sufficiente guida pel coltivatore pratico, ma non potrà dirsi egli abbastanza conscio dell'arte sua, senza apprendere pienamente le materie discorse nella prima. Quegli poi che a questa sola si limitasse, potrebbe ancor meno applicarsi alla coltivazione, senza conoscere le norme discorse nella seconda parte. È adunque poco meno indifferente il cominciare dall'una o dall'altra parte; essenziale il conoscerle ambedue.

45. Analogo proposito mi ha diretto nella trattazione speciale d'ogni volume, a modo di rendere di certa guisa gli uni indipendenti dagli altri. Dirò anzi averlo procacciato anche in parecchi libri, siccome indica il Prospetto num. 2. Tuttavolta è tale relazione tra loro, che niuno vorrà tenersi soddisfatto, nè giudicare separatamente di ciascun libro senza la completa cognizione di tutte le parti delle presenti Istituzioni. In questo solo caso ho speranza che la mia qualsiasi fatica raggiunga il suo scopo, di rendere cioè, chi non isdegnerà di valersene, fornito di cognizioni bastevoli per riuscire utile a sè stesso ed all'arte.

Elenco

di alcuni vocaboli agronomici meno comuni, col significato nel quale sono adoperati nelle presenti Istituzioni.

Pe' vocaboli scientifici o tecnici usati a intitolazione di Libri o Capitoli, è ivi notata la significazione in cui s'adoperano: similmente sarà degli altri speciali di piante, animali, strumenti ec. Molti però d'uso più frequente, che ponno dirsi vocaboli agronomici, si descrivono in questo Elenco onde riesca preciso il senso che si è loro attribuito. Filippo Re lasciò scritto «*credo che per arrivare con maggior facilità al bramato scopo* (di perfezionare l'agricoltura italiana) *sia necessario il prestare agli amatori delle cose rustiche un soccorso di sommo rilievo. Questo consiste nel rendere pienamente intelligibili ad ognuno i diversi vocaboli impiegati a denotare gli oggetti d'agricoltura e di campestre economia, la differenza de' quali è tanto grande tra paese e paese e spessissimo tra villaggio e villaggio, che non è possibile l'intenderli senza un interprete*». Ho trascelto perciò que' vocaboli che opinai richiedere un significato preciso, adottando le definizioni quali mi parvero meglio esprimere il soggetto cui devono designare, e meno discostarsi dai più diffusi e volgari, secondo l'annotato precetto del fabricio (pag. XLVI. in nota). Non reputo aver fatto lavoro soperchio, perchè ristretto ai soli, di cui ho a valermi più di sovente: ma per contenermi nella maggior brevità, non ho potuto aggiugnere i termini rispondenti ne' vari dialetti, perchè avrei dovuto indicarne troppi per ogni vocabolo, non potendo preferire per es. i soli piemontesi, o bolognesi, o lombardi ed ommettere tutti quelli d'altre parti d' Italia. Piuttosto ebbi ricorso a qualche disegno, ove mi parve opportuno. Tutte le definizioni di cui non cito derivazione, sono coerenti a quelle dei migliori Dizionari italiani: ove m'occorsero nuovi termini, o modificazioni di significato, ne ho dato succintamente ragione.

A

A bacìo, *all'ombra*: dicesi de' luoghi a tramontana.

Abbacchiare, *bacchiare* e *sbacchiare*: raccogliere i frutti dell'albero battendo con *bacchio* cioè con sottile pertica, come s'usa per noci, ghiande ec.

Abbecchire, *abbechita*: dicesi delle olive guaste da insetti: d' altri frutti *bacare*.

Abbicare, *abbarcare*: far *biche*, *barche*, ossia grandi mucchi regolari di fieno, paglie, e strami: se di biade mietute, dicesi accovonare.

Abbricare: barbicare delle piante, non in terra ma ne' muri come i capperi, o negli alberi come l'ellera.

Accimarsi: allungarsi soverchio delle piante erbacee, come sarebbe ciò che volgarmente dicesi *filare* del riso per tropp'acqua.

Acquajo: solco traverso ai solchi longitudinali, per riceverne l'acqua. V. Podere.

Acclimamento: l'assuefare insensibilmente un vegetabile a vivere in piena terra, in clima assai differente da quello di cui è originario: diverso da *naturalizzazione*.

Acconciamento, *acconciare*. Alcuni hanno compreso, sotto questo vocabolo l'arare, l' inaffiare ec. per le quali opere abbiamo *lavorazione*, *irrigazione* ec. Quindi l'adopero nel ristretto senso di *modificare* le qualità e proprietà del terreno, mercè l'aggiunta di sostanze *minerali* di cui manchi, come calce, marna ec.

Accovonare e *ammannare*: fare mucchi regolari ossia *gregne* di *covoni* o *manne*, quasi abbicare il frumento mietuto, che vuolsi eseguire con regole diverse dal far mucchi di fieno, paglie ec.: onde *gregna* di biade, e *bica* di fieno ec.

Addebbiare, *debbiare*: abbrucciare *zolle* di terra o *piote* di prato per ingrassare prati e campi; ovvero dar fuoco alle stoppie o eriche ec.

Afato, *annebbiato*: aggiunto di seme o frutto che non giugne a maturanza perfetta perchè offeso da nebbia o soverchio secco.

Aggallato: terreno molle e sollo, nelle paludi; sovente sfonda non reggendo uomini o animali; talora diviso in pezzi galleggia. Dicesi anche Cuora.

Agrologia: cognizione scientifica, ossia principii razionali dell'Agricoltura.

Agronomia: cognizione tecnica, ossia norme pratiche dell'Agricoltura.

Aiette, *aiuole*, *porche*: cioè quadrilateri più lunghi che larghi di terreno in cui l'orto scompartesi per comodità dell'irrigarne le diverse parti. V. Magolato.

Alberese: terreno con sassi calcari detti *alberesi*.

Allegare: il convertirsi del fiore in frutto.

Allettato: campo in cui il frumento o altri cereali giacciono prostrati dalle pioggie.

Ammagliamento: composto di terra mista a fieno o musco che si applica, mediante striscie di tela o di scorza d'alberi, sui tagli fatti nell'innestare.

Ammazzerato: terreno fortemente indurito pel secco.

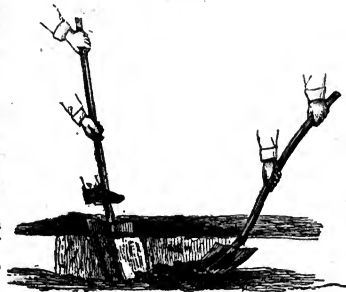
AMMENDAMENTI: dall'*ammendare*, cioè ridurre a migliore essere e forma (V. l'intitolazione de' Libri XII, XIII, XIV. Prospetto N.° 2 pag. XXVII).
AMMONTARE, *ammonticellare*: accumular terra intorno a piante legnose, lo che per le erbacee dicesi *rincalzare*.
ANNEBBIARE: il riardere, cioè disseccare e non allegare delle piante per offesa ai fiori dalle nebbie.
APPEZZAMENTO: usato anche dal RIDOLFI, per terreno isolato, o porzioni di campo.
ARABILE, *arativo*: terreno atto a lavorarsi coll'aratro.
ARATORIO: terreno d'ordinario lavorato coll'aratro.
ARATRARE: arare dopo sparse le sementi per ricoprirle colle *fette*; e anche dopo rovinato un raccolto da grandine od altro, per sostituirne un nuovo. PLINIO in questo secondo senso l'usò, raccontando averlo fatto i piemontesi in campi ove erano stati guastati i frumenti, Libro XVIII. capo 20.; e non secondo il significato riferito dal GERA all'ARATRARE del suo Diz., di arare per traverso ch'è CONTRATTAGLIARE.
ARRABBIATICCIO: *arrabbiare*, dicesi di piante, cereali in ispecie quando innanzi tempo seccano: e del terreno quando guasto, perchè tra molle e asciutto lavorato.
ARRONCARE: nettare dall'erbe frumenti ed altre piante colla mano e colla ronca: quando con sarchio o piccola marra dicesi SARCHIARE.
ARROSTIRE: *l'arrossare* e inaridire delle cime di piante per venti, o per gelate.
ASSOLATÌO: esposto a mezzogiorno, a riverso di A BACÌO.
ASSOLCARE: lavorare a solchi.
ATTECCHIRE: prosperare del frutto dopo ALLEGATO, e della pianta dopo trapiantata.
AUGNARE, *sbiecare*: tagliare ad ugna nel potare.
AVVICENDAMENTO, *avvicendare*: ruota agraria, vicenda ossia l'alternare la coltivazione mediante successione di varie piante. V. CALORÌA.
AVVITIRE, *avvignare*: piantare un terreno di viti.

B

BACARE: il farsi verminose le frutta, civaie, cacio ec.
BADILARE: lo derivo da badile (come da vanga vangare) per esprimere il lavoro fatto col badile, diverso assai da quello ch'altri utensili fanno, come sarà più chiarito a suo luogo, ed ora la fig. III. aiuta a comprendere, onde non si confonda *badile* con *vanga*, com' ha fatto all'art. BADILE il GERA.
BANCHINA: striscia di terreno sodo che si lascia d'ambo i lati paralella ai fossi di scolo; o a piedi di argini, ciglioni ec.
BISCOLTO: terreno che ha dato due raccolti di seguito.
BRACCIANTE: il giornaliero, cioè operaio di campagna a giornata.
BRACCIUOLI: fossetti paralelli ai solchi per ricevere l'acque degli ACQUAI. V. PODERE.
BRETTO: terreno e luogo affatto sterile.
BRUGHIERA: terreno producente soltanto eriche; scopeto.

Fig. III.

Vangare I Badilare

BULLACCIO: ammasso di loppe e avanzi della trebbiatura; pacciame o pattume dell'aia

C

CALESTRO: terreno sterile quasi sasso schietto.
CALORÌA: il ristoro che il terreno, dopo il ricolto delle biade, riceve coltivandolo a civaie, per restituirlo in fertilità.
CAMANGIARE: ogni erba commestibile siccome le ortaglie.
CAMPO: vedi più sotto PODERE.
CANAPAIA e CANAPAIO (usato da BARUFFALDI): terreno *investito* a canape. Così *abetaia*, *abeteto* è terreno coperto di abeti, *carciofoleto* di *carciofi*, e altrettali che ometto perchè troppo evidenti.
CANIPULO: fusto dipelato della canepa; LISCA è parte del *canipulo*, cioè la materia legnosa che cade dalla canepa e dal lino quando si maciulla, pettina e scottola.
CAPEZZAGNA: striscia di terreno sodo alla testa del campo a comodo di voltare coll'aratro: qualche volta essendo tra campo e campo è doppia con lo scolo in mezzo, che dicesi *capezzagine*, o *capifosso* ove immetono l'acque i BRACCIUOLI. V. fig. VI.

Capifosso: acquidoccio o fosso principale in cui scolano tutti gli altri. V. **Podere**.
Caprificazione: fecondare i fiori femminei appressandovi i maschili.
Carreggiata è da dire solo a *capezzagna* d'ingresso nel fondo, o di passaggio.
Catorchio: capo della vite rimanente, dopo la potatura, attaccato al sarmento.
Cavagnuolo: canestro o altro posto alla bocca delle bestie per impedirle di mangiare.
Cavare: spesso usato per vangare.
Cerchiare: circondare con fossetto il piede d'un albero onde levarlo col suo *pane* di terra per trapiantarlo: ovvero per cambiar la terra alle radici, o concimarlo.
Cereali: frumenti e altre piante a grani farinacei da pane.
Cesale: siepe tondata, potata a 70, o 80 centimetri dal suolo.
Cespo: insieme de' germogli di pianta legnosa, sorgenti da una sola ceppaia.
Cesto: insieme de' germogli di pianta erbacea, sorgenti da una sola barbicaia.
Chiassaiuola, *chiassaiuolo:* fosso murato alle sponde, selciato o lastricato nel fondo.
Chiudenda, *chiusura*: cinta, riparo sia di siepi, di steccato, di muriccia, o di muro.
Chiuggare: comprimere co' piedi il terreno dopo seminato o piantato.
Ciglionare: fare i ciglioni, cioè rilevati di terra, ne' terreni inclinati per renderli pianeggianti, o scemare l'inclinazione.
Civaia: piante leguminose a grani commestibili.
Civea, *civeo*: arnese intessuto di vinchi per uso di trasporti.
Composta, *terricciata*: zolle, o piote a strati con sostanze organiche per far concime.
Controttagliare: arare in senso traverso alla precedente aratura.
Costeggiare: arare le coste o lati della porca o del quaderno.
Cotica, e *cotiche*: piota di prato, o zolla di terreno erboso. Vedi C fig. V.
Covone, *manna*: fascetto di biade: mano a mano nel mietere fannosi *manelli*, dei quali due o tre compongono il **covone**: e coll'unione de' covoni si fa la **gregna**.
Cuora e *quora*: torba vegetante, soffice che talora non regge animali.

D

Debbiare: vedi **addebbiare**.
Diloccàre: separare loppe ed altro dal frumento nell'aia quando si ventola.
Dimoiare: l'ammollirsi del terreno disgelando.
Dimora: seminasi a dimora quando le piante che ne provengono deono rimanere nello stesso luogo, cioè non hannosi da trapiantare.
Diramare: tor via da un albero i rami soverchi. Il **diramarsi** invece, d'un albero, è quando sviluppa abbondante ramificazione.
Dissodare: lavorare un terreno sodo, cioè mai, o da qualche tempo non lavorato.
Divelto, **divellere**: lo stesso che **scassato** e **scassare**.

E

Emissario: apertura per ricavar acqua: **immissario** quella per darle esito.
Entroinvernare: arare nel verno tra due gelate (Diz. d'Agric.)
Erbaio: terreno seminato con piante per foraggio, o con *ferrana*.
Erbeggiare: prospero e fitto sviluppo delle piante cereali appena germogliate.
Estivale: aggiunto di pianta fiorente, o maturante suoi frutti, nella state.

F

Facidanno e *faccidanno*: vagabondo danneggiatore di campagna.
Farragine, *ferrana*, *foràina*: mescolanza di biade seminate da foraggio.
Favule: esprime sia i gambi svelti delle fave, sia il campo in cui furono coltivate, quale dicesi **faveto** durante la loro vegetazione.
Fendere: arare il terreno la prima volta, o rompere quaderni ec. dopo la messe.
Ferma: accordo di servigi od opere per determinato prezzo, e tempo.
Ferrana: vedi **farragine**.
Fetta: la striscia di terreno smossa dall'aratro nel fare il solco (vedi sotto **quaderno**).
Fidare bestiami: vendere la pastura assicurandola al compratore.
Filare: fila d'alberi piantati regolarmente: lo stesso che **piantata**. V. **podere**.
Fitta: terreno che sfonda e non regge al peso degli animali. Significa pure la profondità cui può giugnere la vanga; onde due *fitte* sono due puntate di vanga.
Fognare: *far fogne (drainages)*, cioè condotti sotterranei per rinsanire terreni, e piantagioni da troppa umidità, e smaltirne acque. Le *fogne* diconsi anche *fosse cieche*.
Formella: buca per piantarvi alberi, o viti.
Fornello: specie di capannuccia fatta con zolle o piote di terreno onde ricuocerlo mettendovi fuoco sotto, per *addebbiare*.
Fossato: fosso dove confluiscono quelli di diversi campi. V. **Podere**.
Fratta: chiusura composta di sterpi e pruni secchi, e direbbesi *siepe morta*, ritenendo **siepe** a significare quando fatta di piante vive.
Frumentata: semenza di frumento mescolata con quelle d'altri cereali.
Fumosità: il fumare ossia l'evaporare visibile dell'umidità del terreno.

G

Gambale: fusto di vite secondo il **Gagliardo** da cui il più di questi vocaboli.
Geantrace: terra bituminosa combustibile.
Gemitivo: sorgevole terreno, da cui trasuda acqua.
Gemmare: lo sviluppar gemme delle piante: **gemmato** che ha prodotto la gemma.
Gessare: spargere gesso per ingrasso.
Gleba: lo stesso che zolla.
Grasceta: luogo fresco e pingue d'erba ove si pascono i maiali in primavera.
Graticciata: riparo a difesa del terreno, fatto con graticci.
Gregna: unione di molti **Covoni**.
Greto: parte di letto del fiume che scoperto dall'acque rimane.
Guaìme: secondo prodotto di fieno (non *pacciame*, com'è detto da taluni).

I

Iemale, *vernino*: vedi **invernengo**.
Imbiadato: campo seminato a biade.
Imbozzacchire: il crescere a stento delle frutta.
Immezzare: maturare eccessivo.
Immissario: opposto d'**Emissario**. V. questo vocabolo.
Impasturare: tenere bestie a pastura, dopo averle *impastoiate*, cioè con legami di ferro, fune o cuoio ai piedi.
Impattare: fare lo **impatto** ossia sterno o lettiera agli animali.
Imporcare: fare le porche, cioè tirare i *solchi maestri*.
Impostime: deposizione lasciata dall'acque torbide, ristagnando.
Imprunare: disporre spini a difesa di passi, piante, seminati ec.
Inaiare: disporre le *gregne* sull'aia per trebbiare.
Incalcinare: dar calce in diversi modi alle sementi.
Incatorzolire: il vegetare a stento delle piante.
Incigliare: far cigli arando, cioè sollevare due *fette* rovesciandole su d'un'altra.
Incoticare: incrostare terreno, come sponde d'argini, ciglioni, ec. di *cotiche*. V. I. fig. V.
Indozzare, *stenuare*: il crescere a stento delle *bestie*.
Ingramignare: è il prospero radicare delle biade.
Inquadernare: V. **quaderno**.
Inquartare: arare la quarta volta.
Interzare, *rinterzare*: arare la terza volta.
Intonchiarsi: è il bacare delle civaie.
Intraversare: non è arare per lo traverso, lo che dicesi **contrattagliare**, ma arare una seconda volta, fendendo le *fette* fatte nella prima.
Invernengo: aggiunto di piante seminate innanzi inverno, da ricogliere nell'anno successivo.
Investire, *investita*: è come dire in vegetazione assicurata di un tal prodotto: per esempio se un podere abbia buon aspetto di canapa e grano dicesi esservi una buona *investita* di canapa, e frumento, come se per quell'anno queste piante sieno già in possesso dell'occupazione di que' campi, ed usasi in ispecie per produzioni di ortaglie, seminerii d'alberi ec.
Irrorare: è inaffiare leggermente piante di giardini; in ispecie le più delicate.

L

Lama: campagna bassa in cui l'acqua si distende e impaluda.
Lampaneggio: lavori a lampaneggio, cioè fatti a lume di luna.
Lanuggine: musco degli alberi, e peluria di alcuni frutti.
Lavinare: lo smoversi del terreno per infiltrazione d'acque; **lavina** la superficie smossa.
Lazza: terra frigida acquitrinosa che produce piante vallive - secondo alcuni però indica terre compatte e fertili. Vedi Libro IV.
Legnoso: aggiunto anche di ramo che non dà frutto.
Letamiere, **Lettocaldo**: letto di letame non maturo, coperto di terra ove si coltivano piante per averle precoci: da non confondere con *letame* e *letamaio*.
Lettiera: lo stesso che *impatto*, sterno.
Letto: massa di letame disposta nel campo.
Liccia e **Lisca**: vedi **Canipulo**.
Lolla e **Loppa**: gluma, cioè il calice de' cereali che si stacca trebbiando, o colla pila.
Loto: creta impastata con fieno per imbiutare cioè impiastrare graticci, alveari, ed anche fenditure occorrenti pegli innesti.
Lotta: lo stesso che **Cotica**.
Lupa: fosso laterale alle strade, o altro, fatti per ricavarne deposito di melma.

M

Macera e *maceria*: muro a secco per sostenere terreno o per chiusura; dicesi anche *macie* e *muriccia*.

Maciullare: dirompere lino o canapa con *maciulla* ossia *gramola*; onde *gramolare*
Maggengo, *maggese*: campo in riposo nell'anno per lavorarlo nel successivo: da non confondere con *novale*: anche addiettivo riferibile al mese di Maggio: p. e. l'live *maggesi*, lana *maggese*, ec.: *maggesare* è arare e vangare di Maggio.
Magliuolo: sarmento tagliato dalla vite per piantarlo.
Magolato: porca o prosa, due o tre volte più larga, compresa tra solchi distanti circa un metro fra loro: tali sono M, N, O della fig. IV.; SS sono le sponde rilevate e mazzerangate, per regolarne l'irrigazione.

Fig. IV.

Mancime: foglie d'alberi raccolte e riposte per nutrire bestiame in inverno.
Mangime: tutto ciò che si dà a mangiare al bestiame.
Manipolo, *manello*: fascio di culmi quanti nel mietere ponno stringersi colla mano sinistra.
Maragnuola: bica di fieno fatta nel prato.
Marcita: pratica tutta italiana e ingegnosissima di prateria.
Marnare: fornir marna al terreno per acconciarlo.
Marreggiare: lavorare colla marra e in ispecie per coprire grani seminati.
Martellare: marcare col martello alberi.
Marzajuolo: aggiunto di pianta che si semina in marzo.
Marzasca: civaia seminata in primavera.
Marzengo: frumento seminato in primavera.
Marzolino: in ispecie varietà di frumento coltivata per paglia da cappelli.
Marzuolo: lino seminato in primavera.
Masseria: podere esteso, e *massaro* il capo dei suoi lavoratori.
Mataione: terreno cretoso, biancastro, magro; **mattaione** è un terreno argilloso turchiniccio da mattoni.
Matricino: albero, ne' tagli di bosco conservato a semenza o a maggior crescimento.
Maturare la terra: ridurla con lavori atta ad essere seminata.
Mazzerangare: battere, picchiare col *mazzapicchio* o meglio colla *mazzeranga*. Come alla *fig. V.*
Mergo: tralcio in arco lasciato sopra terra, sotterrando l'estremità perchè radichi.
Mezzadro: contadino lavoratore a metà di prodotti, cioè a **Mezzadria**.
Mignolare: far la *migna* ossia il fiorire degli olivi.
Moja: terra ammollita dall'acqua, più liquida del fango.
Motta: scoscendimento di terra, e la terra scoscesa: V. **lavinare**.
Muriccia: muro a secco per sostegno di terreni, o anche per cinta.

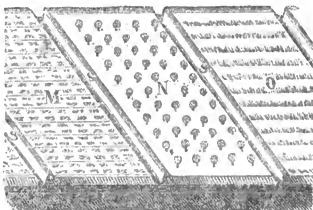



Fig. V.

M Mazzeranga. - A Sponda mazzerangata. - I id. incolicata.

N

Nestaio, *nestaiuola*: luogo nel posticcio ove pongonsi i piantoncelli, dipoi da innestare.
Novale: terreno in riposo più a lungo del *maggese*.
Novelleto, *pastino*: la giovine vigna.

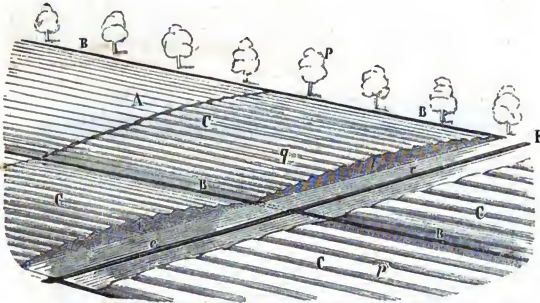
O

Ortaggio, *ortaglie*; tutte le piante ortensi.
Orticoltura: per alcuni significa coltivazione di piante da fiori; gl'italiani hanno **giardinaggio**, onde **orticoltura** è appropriato alla coltivazione degli orti.
Ovolaio: parte di seminaio ove piantansi ovoli.

P

Pagliuolo: paglia non del tutto trebbiata, nè affatto spoglia di grani.
Palare: palare viti ed alberi è fornirli de' pali a sostegno.

Palicciata: riparo di pali confitti o per chiudenda o per assicurare sponde ec.: dicesi anche *palizzata*, *palafitta*.
Pastinare: lavorare e coltivare; dicesi in ispecie della vigna.
Piana, *tavola*: pezzo di terra nell'orto, bislungo, foggia della porca, in cui si coltiva una data specie di piante: equivale a *magolato* come M, N, O *fig. IV*.
Piantare: porre nel terreno talee, magliuoli, rami, ec. ma senza radici, acciò le mettano per divenir piante novelle. Se poi abbiano radici, è detto TRAPIANTARE.
Piantata: luogo piantato. Dicesi anche al FILARE.
Piantonaio: V. VIVAIO.
Piota: zolla di terra, ma erbosa, e quale talora si taglia ne' prati colla vanga per coprir viali, ec.; dicesi anche *cotica*.
Piotare: lo stesso che INCOTICARE.
Pizzicare: torre colle unghie le vette a piante erbacee.
Podere, predio, fondo, in cui sia la casa del lavoratore, analogo a quello indicato nella figura ch'è addietro a pagina XVIII. dove le lettere C C C ec. indicano i CAMPI e P P le PIANTATE o FILARI: c c c c sarebbero CAPEZZAGNE. Per maggiore chiarezza la seguente figura VI. indica meglio alcuni de'vocaboli notati in questo Elenco

Fig. VI.

A, acquaio. C C campi. c c' capezzagna, nel cui mezzo F fossato o capezzaggine. P piantata o filare. B, B bracciuoli. p porche. q quaderni

Pollone: germoglio nato sull'albero *coronato* o *sgarettato*.
Pomario: luogo destinato a coltivare alberi da frutta.
Poppaione: lo stesso che SUCCHIONE.
Porca: questo vocabolo mi ha dato impulso, fra gli altri, a comporre il presente Elenco, pei diversi modi con cui è stato definito. Io gli attribuisco il significato di spazio piano di terra lavorata, compreso tra due solchi maestri, lungo quanto il campo stesso e di varia larghezza. Perciò PORCA può comprendere quello ch' io chiamo QUADERNO; ma questo indica la special foggia di PORCA, dichiarata al voc. QUADERNO.
Porrina: castagno coltivato pel legno: e selva de'castagni.
Possessione: villa con più poderi, nel qual senso più volentieri TENUTA.
Posticcio: divelto destinato a viti, e a pianticelle d'alberi da trapiantare di poi a dimora.
Pozzonero: il bottino degli agiamenti.
Pratare: seminare un terreno a prato.
Prebenda, *profenda*: porzione giornale di biada che si dà ad ogni bestia.
Prendere: dicesi degli alberi per radicare.
Procoio: mandra.
Provana e **provanare** lo stesso che *propaggine* e *propagginare*.

Q

Quaderno. La scanalatura che l'aratro fa lavorando, dicesi SOLCO ed è rappresentata da S fig. VII: quella striscia di terra che perciò stacca, svolta e solleva dicola FETTA; o GLEBA se per circostanze di terreno rimanga quasi d'un sol pezzo da un capo all'altro.

Fig. VII.

Ora queste *fette* tutte fatte nel medesimo senso, ricompongono la superficie del campo qual'era, solo più rilevata come appare dalla figura VII, ove F sono le striscie o fette, e l'arato F è più alto del C. Ma se si ari addossando le striscie l'una contro l'altra come nella fig. VIII, i primi due solchi dell'aratro formeranno le due fette F,F che resteranno più sollevate, ed il sodo S è la piegaia de'toscani che con Filippo Re diremo Scanno. Quando il campo è arato facendo i solchi maestri S S S, avremo le Porche 1, 2 ec. cioè gli scompartimenti P P, P P, ec. quali sono indicati nella fig. IX. Facendo più spessi tali solchi, cioè ogni quattro *fette*, o

Fig. VIII.

Fig. IX.

ricavando due solchi in senso opposto per ogni solco maestro, avremo tante Porche più strette Q Q ec. le quali ricolmate dalla terra loro addossata mediante que'solchi comporanno quelle disposizioni Q, Q che io chiamo Quaderni come appare dalla fig X.

Fig. X.

La lingua italiana ha adottato tutte le parole recate dal Volgarizzamento del Crescenzio di cui si cita ne'dizionari il seguente passo come allegato al termine Porca » *e fannosi le porche siccome negli orti, o quaderni siccome nel seminar del grano (*Luogo citato lib. 6. cap. 102. 1) Dunque trovo regolare ed anzi purissimo il vocabolo Quaderno, e, che più monta, utilissimo. Conciossiachè la Porca si fa prima di sementare il terreno, e il Quaderno più spesso serve quando è seminato, e per coprire la semente coll'aratro, il quale appunto in quel caso assai volte più opportunamente si adopera con due orecchi. Del che meglio a suo luogo nel libro XIV., dove farò ancora aperto come i romani, ciò che io dico Inquadernare, da quaderno (com'è Imporcare da Pòrca) chiamassero lirare, bastando qui riportare le parole esplicite di Varrone. Lib. 1. Cap. 29. 2 » *lirare id est quum tabellis additis ad vomerem simul et satum frumentum operiunt in porcis, et sulcant fossas ec.*

Quadro: spazio quadrato dell'orto destinato a una sola specie di piante.

R

Ravagliare: è quando, mentre si ara, si vanga il solco nel fondo, gettando il terreno *cavato* sulla *fetta* rilevata dall'aratro. Potrebbe forse dirsi *aravangare*, componendolo da aratro e vanga, ma essendo pratica speciale ai bolognesi (benchè incompiutamente si usi anche nel resto dell'Emilia, ove chiamasi *cavare il solco*) ritengo da conservare il nome che presso quelli serve a indicare questo stupendo lavoro.

Restoppio: paglia ricavata collo *stoppiare*, cioè falciare la stoppia.

Restovigliare: far succedere una coltivazione di cereali ad un'altra simile senza intervallo di riposo.

Retratto: terreno liberato dall'acqua e ridotto a coltura.

Riarare: arare una seconda volta, ma più compiutamente dell'intraversare.

Ribarbare: il rimettere barbe novelle che fa la pianta *trapiantata.*

Richiedere la terra: arare profondamente.

Rigagliare: ricogliere la rigaglia, cioè quanto è rimasto dopo la raccolta: e per le viti dicesi *raspolare*, pe' cereali *spigolare.*

Rimessiticcio: germoglio nato dalle piante capitozzate o *sgarettate.*

Rincalzare, *rincalzatura*: mettere terreno attorno alle piante erbacee. V. Ammontare.

Rinterzare: lo stesso che *interzare.*

Risolcare: di nuovo *assolcare.*

Rinuovo e rinnuovo: adoperato dal Ridolfi per significare il primo anno, ossia l'apertura dell'avvicendamento.

Rompere: lo stesso che *fendere.*

Ristoppiare: seminar di nuovo il campo che ha stoppia: meglio detto restovigliare.

Rittochina: sistema di coltivazione dei poggi, pel quale alcuni solcano improvvidamente il campo nella direzione della maggiore pendenza.
Rotazione, *ruota*: avvicendamento.

S

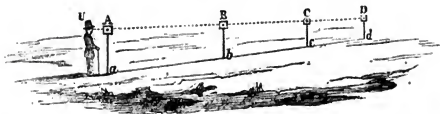
Sanicare, *sanificare*: agevolare lo scolo delle acque in ispecie col **fognare**.
Sarchiare, *sarchiamento*: levare l'erbe inutili col *sarchio*. V. **Arroncare**.
Sbiecare: adoperasi nel senso di *augnare*.
Scalvare: potare nell'albero molti rami per averne legna, o corteccia, ec.
Scalzare, *discalzare*: aprire la terra d'intorno alle piante: è l'opposto di *rincalzare*, e dell'*ammontare*: se si fa intorno a radici di viti è l'*ablaqueare* di **Palladio**.
Scassato, *scassare*: è come *divelto*, *diveltare*.
Scorta: tutto che occorre per coltivare, come sementi, bestiami, strumenti, strami, ec.
Scotolare, *squotolare*: separare il tiglio della canape e del lino dalla lisca, mediante la scotola, stromento di ferro o di legno, fatto a spatola o a coltello senza taglio.
Seccume, quanto havvi di secco e di seccaginoso in un albero.
Semenzaio e **seminaio**: terreno ove si seminano diverse specie d'alberi, da collocare dipoi nel *posticcio* o *vivaio*: ancora vi si piantano ovoli, e piantoni.
Serra: riparo di muro; graticciato, o altro per reggere il terreno; e se per impedire lo scorrere dell'acque, dicesi *pescaiuolo*.
Sfiottonare: levare fittoni di piante, o radici nel terreno per ararlo o scassarlo.
Sfruttare: parlandosi di terreni, vale renderli sterili, estenuarli.
Sgarettare: tagliare piante giovani arboree al piede per innestarle o per ottenere belli e diritti sprocchi, ossia *rimessiticci* (dal suo significato, tagliare i *garetti*).
Sgemmare: torre le gemme soverchie ad un albero: a pianta erbacea è *accecare*.
Sgretolare, lo schiantarsi di viti, o di rami per vecchiezza e secchezza.
Siepare, *assiepare*: piantar siepe attorno un campo o podere. Quando fatta di piante secche dicesi *fratta*. Quando di vivaci e tondata, *cesale*.
Smacchiare: svellere, sradicare macchie.
Smotta, e *smottare*: corrosione, frana.
Soccidere e *succidere*: tagliare radici.
Sofficire: rendere, o farsi soffice e dicesi del terreno: da usare parcamente.
Soggrottare o *sgrottare*: lavorare le fosse nel piantare, aggrottandone le sponde.
Solatìo: esposto a mezzogiorno: che gode il sole.
Solco: l'apertura dall'aratro fatta sollevando la striscia o *fetta*: solco *maestro* quello che segna le porche e i quaderni. S nella figura VII, è solco semplice; S, S, S, S nelle figure IX e X sono solchi maestri.
Solchetto e *solchello*: solchi ove si seminano grani, o si trapiantano ortaglie ec.
Soleggiare: esporre alcun seme o pianta al sole per renderla atta a conservazione.
Sollogare: affittare ad altri, terreno o podere ch'abbiasi in affitto.
Soprasseminare: seminare sopra il seminato, per esempio trifoglio sul grano.
Sovesciare: sotterrare coll'aratro o col vangare, o col ravagliare piante a bella posta seminate da servire per ingrasso.
Spadulare: liberare dall'acqua il terreno paludoso, o con iscoli o fognandolo.
Spagliare: separare la paglia trebbiata nell'aia, dai grani.
Spalare: tor via i pali, o *tutori* di alberi e viti.
Sperperare: nettare affatto un terreno da gramigne ed altre erbacce.
Sperticare: il soverchio allungarsi della vetta d'un albero.
Spietrare: nettare un campo dalle pietre.
Sprocco: germoglio che spunta dalle piante sgarettate; come rimessiticcio.
Spulare: nettare i cereali dalla pula ventolandoli.
Squartaticcio: spaccare pel lungo un tronco colla ceppaia, per piantarne i pezzi.
Stabbiare: ingrassare terreno facendovi stallare pecore o altri animali.
Stagionare, *stagionatura*: condurre a perfezione o rendere maturo, con temperatura conveniente; anche custodire con diligenza per conservare.
Stallare: lo star delle bestie in alcun posto, o a stalla per averne concime.
Sterno: lettiera, impatto.
Sterpare: svellere sterpi disradicandoli.
Stipa, *stipare*: porre sterpi nelle buche o formelle e fossi da piantamenti.
Stoppiare: falciare e raccogliere la parte di stelo delle biade rimasta nel campo, dopo mietute, cioè la *stoppia*.
Strameggiare: dare o prendere bestiame a mangiare strame, inteso qui per mangime.
Stroppa: ramicello usato per ritorta a legare fascine, ec. **Stroppella** suo diminutivo.
Surretta: vite che si sorregge isolata, senza *tutore*.
Svettare: torre la cima a cereali lussureggianti.

T

Tenuta: tenimento, possessione.
Terricciata: ammasso di piote, o zolle erbose (talora miste a letame) da putridire.

Terriccio: prodotto delle materie organiche scomposte, che trovansi in maggiore o minore quantità nel terreno; dicesi anche *Umo* dall'*Humus* dei latini.

Traguardare: operazione comunissima per tracciare allineamenti, e livellamenti, d'uso ordinario nelle piantagioni, e riduzioni di superficie, com'è chiaro per la figura XI.

Fig. XI.

Trapiantare: spiantar un albero, o altro vegetale con sue radici, e piantarlo altrove.

Tutore: palo che sorregge alberi o viti, e così le canne che reggono piante.

U

Ugnatura: pezzo di ramo o tralcio che rimane tagliato a uso di bietta.

V

Vaiare: l'annerire delle *olive*; dell'uve dicesi *saracinare*.

Verziere: recinto coltivato ad alberi da frutto, con ortaglie.

Vigliare: disviare nell'aia colla granata i **viglioli**, separandoli dai grani.

Vigliuolo: spiche e baccelli sfuggiti alla trebbiatura.

Vivaio: lo stesso che **Posticcio**.

Z

Zappare: lavorare il terreno colla zappa. **Zappettare**, coltivare le piante zappando loro attorno. **Zapponare**, lavorare con zappone.

Zolla e **gleba**: pezzo di terreno che nel lavorare rimane intatto: **zolloso** il terreno che lavorato contiene ancora molte **zolle**.

AVVERTIMENTI

Ciascun Libro ha speciale numerazione ai paragrafi, come pure ai disegni intercalati nel testo.

Nel principio de' paragrafi sono poste, ove occorrono, le indicazioni (in carattere diverso) dell'argomento dei medesimi.

Come i Libri compongono serie ra loro, così la compongono ra loro i Capito di ciascun Libro.

PARTE PRIMA

ISTITUZIONI SCIENTIFICHE

O

AGROLOGIA

I. L'AGRICOLTURA è l'**arte di coltivare la terra in modo da ricavarne costantemente il massimo possibile profitto colla minima possibile spesa** (1).

II. Per esercitarla convenevolmente è d'uopo *conoscere* l'arte razionalmente, e razionalmente *applicarla*, cioè possedere le opportune cognizioni **scientifiche** e **tecniche**, ossiano per denominazione più comune **teoriche** e **pratiche**.

Onde la divisione in ISTITUZIONI SCIENTIFICHE o **Agrologia**, e ISTITUZIONI TECNICHE o **Agronomia**.

III. Perciò l'**agrologia è la cognizione de' principii razionali dell'agricoltura** (2). Invece **l'agronomia è l'applicazione delle regole derivate dai principii stabiliti dall'agrologia**.

IV. L'agrologia sviluppa le ragioni per le quali stabilisce i principii dell'arte, derivandoli dall'esame filosofico di tutti gli elementi dell'agricoltura. Essa non prefinisce le regole spettanti ad ogni speciale eventualità, le quali sono determinate dall'agronomia; ma insegnando a distinguerle e calcolarle con precisione, stabilisce i precetti fondamentali, e i principii generali da applicarsi nelle particolari circostanze; lo che viene dall'agronomia determinato mediante le norme appropriate a tutte le pratiche esecutive dall'arte.

V. L'agrologia apprende a conoscere le osservazioni, e ad apprezzare i risultamenti dell'esperienza: indaga le opinioni, ne discute il valore, ne prevede, e calcola le conseguenze: chiarisce le contraddizioni apparenti, e insegna i modi di scoprire la verità nei fatti oppositi o dubbii.

VI. L'agrologia considera l'agricoltura nel suo insieme, e nella sua estensione completa: non è circoscritta nei limiti di località, di tempo, o d'individui. Compone invece la parte scientifica dell'agricoltura, cioè quella scienza agraria comune e indispensabile per ben coltivare in qualsiasi condizione di località, di tempo, o d'individui.

Fondamenti dell'agrologia

VII. **Primo fondamento** dell'agrologia è l'**esperienza**;

---

(1) Questa definizione da me adottata differisce da quella commendata a pag. XLIV. § 32 anche per la parola *terra*, in luogo di *terreno*. L'importanza di questa differenza è argomentata nell'introduzione della Parte II. ch'è l'AGRONOMIA.

(2) Oltre le ragioni addotte a pag. XLVI. si noti che il chmo. prof. BOTTO, ha dato analogo significato all'*agrologia* nel suo Catechismo Agrologico. Torino 1846.

L'esperienza non è sinonimo di semplice prova: essa dee comporsi dell'**osservazione,** del **fatto** e del **giudizio**. Se l'osservazione è inesatta, se il fatto è incompleto, se il giudizio non è rigoroso, l'esperienza è nulla: se manchi una sola di queste tre condizioni, l'esperienza ancora può essere fallace.

Qualunque esperienza non è fonte di sicuri principii: se non è *provata* e *riprovata*; se non è verificata in convenevoli condizioni di estensione di tempo, di clima, di luogo e di terreno; se non è comparativa.

VIII. **Secondo fondamento** è l'**osservazione**; la quale consiste nel semplice esame e descrizione di un fatto, ed è parte essenziale d'ogni esperienza.

L'osservazione non è sicura guida: se non è ripetuta e confermata da diversi osservatori, in diverse circostanze. Quando si riferisce a condizioni speciali è valida per quelle sole identiche condizioni.

IX. **Terzo fondamento** sono i dettami delle scienze.

L'agrologia ricava dalle scienze i principii necessarii alla teoria dell'agricoltura:

Ammette tutti quelli dipendenti dall'**osservazione;**

Rifiuta tutti quelli discordanti dall'**esperienza;**

Discute tutti quelli non ancora accertati dai **fatti.**

X. Tutte le scienze riferendosi ad argomenti materiali, o immateriali, le ISTITUZIONI SCIENTIFICHE componenti l'agrologia si dividono in FISICHE ed ECONOMICHE.

ISTITUZIONI FISICHE.

XI. Le ISTITUZIONI FISICHE comprendono i principii razionali dell'agricoltura, dipendenti dall'applicazione delle scienze naturali, ond'è costituita la parte d'agrologia contenuta nel presente volume.

XII. Si compongono dei seguenti LIBRI (com'è già dichiarato a pagine XIII); ed in essi l'agrologia desume dalle scienze fisiche ed applica i **teoremi** determinati, senza occuparsi della loro dimostrazione; e ne desume i **problemi,** ma li discute nella loro applicazione all'agricoltura.

ISTITUZIONI FISICHE Cogniz. scientifiche d'applicazione,	*Generica* ..	LIBRO I. IL MONDO, o **cognizioni cosmologiche generali applicate all'agricoltura.**
	Speciale . . .	« II. L'ARIA, o **meteorologia** e **climatologia agraria.**
		« III. L'ACQUA, o **idrologia agraria.**
		« IV. Il TERRENO, o **geonomia.**
		« V. Il VEGETALE, o **botanica agraria.**
		« VI. L'ANIMALE, o **zoologia agraria.**
	Completiva dedotta dalle precedenti...	« VII. IL MECCANISMO DELLA PRODUZIONE, o **fisiologia agraria.**

LIBRO I.

IL MONDO.

COGNIZIONI GENERALI COSMOLOGICHE APPLICATE ALL' AGRICOLTURA.

ASPETTO DELLA NATURA. Capitolo I. Aspetto generale. Capitolo II. Natura inorganica. Capitolo III. Natura organica. Capitolo IV. NOZIONI MATEMATICHE cioè di GRANDEZZA e MISURA. Capitolo V. Le quantità o *Aritmologia*. Capitolo VI. l'Estensione o *Geometria*. — NOZIONI FISICHE CIOÈ DI PROPRIETÀ E FENOMENI. Capitolo VII. Qualità generali della materia, ossia *fisica agraria*. Capitolo VIII. Quiete e Moto, o *Meccanica agraria*. Capitolo IX Qualità intime della materia, o *Chimica agraria*. Capitolo X. Materia negli spazi celesti o *Astronomia agraria*. Capitolo XI. Costituzione del globo terrestre o *Geologia agraria*. Capitolo XII. Composizione della superficie terrestre o *Mineralogia agraria*.

1. Cittadino del **mondo**, com'è chiamato dall' HUMBOLDT, l'uomo non può a meno di ammirare le opere della creazione. Però a niuno quanto all'agricoltore, la contemplazione della Natura profittevole e grata debbe riuscire. All'opera di lei creatrice, l'opera sua d'intelletto e di braccio congiunge, ed a produrre in più acconci modi l'aiuta. Chi potrà perciò dire, mosso da entusiasmo di allettarne l'immaginazione, lo elevarne la mente a contemplare l'universo? Per coltivare non è solo d'uopo d'infrangere la dura crosta che ci nutre, e vivi e morti sopporta: oltre i fenomeni speciali alla superficie terrestre, non è meno indispensabile, quelli dell'aere e del Cielo investigare.

2. Curvo sul vomere, fin da secoli di TEOFRASTO, sa il villico che *annus fructificat, non tellus*, e la sentenza sa così bene per volgare, da valersene non di rado abusandola, per farne coperta a sua negghienza col dire: oh! soltanto da clemenza di Cielo ha successo il sudor della fronte. E quando l'aere intenebra per velame d'atre nubi onde intremisce, chè lo impaura la minaccia di gragnuola, il Ciel guarda e scongiura! nè altro invero può fare, se più non si potè ancora da tanti investigatori degli arcani della scienza: e sì che pur ebbe potenza l' uomo d' incatenare il fulmine, afferrandolo e trascinandolo invalidato entro terra! Al Cielo volgesi il villico, implorando dal sole il biondeggiare delle messi, dall'azzurro della notte ristoro di rugiada alle piante, e dal rotar degli astri è avvertito dell'ora per governare gli animali, ed aggiogarli all'aratro. Però, quanti pregiudizi, e fallaci opinioni non connett'egli a quella influenza del sole, degli astri, ed in ispecie della sua dispotica divinatrice, la luna?

3. Ma l'agronomo, che de' veri, non immaginarii rapporti del **mondo** coll'arte sua, vuolsi ammaestrare, può trarre sommi vantaggi dallo studio della Natura. A lei compagno, talora emulo, l'osservi, la richiegga e la cimenti: e n'avrà la ragione dei fatti prodotti, le norme di quelli da produrre. Non è la Natura così misteriosa per le investigazioni degli uomini da disgradarne a segno di arrenderci a discrezione della consuetudine, della tradizione, dell'empirismo. Splendida face è l'osservazione, securo interprete l'esperimento; per ambo i modi, a dovere eseguiti, la Natura dalla scienza s' interroghi, e grandi e facili aiuti all'arte ne proverranno.

4. Colà è un fungo abbiettissimo, e colà il più esile bacherozzolo: ma l'esistenza di così meschini esseri è collegata ai più grandi fenomeni, ed è mirabile quanto il più mirabile di loro. Il tartufo, informe ammasso, di resti di loto, se vuoi propagarlo ti costerà cure ben altro maggiori del superbo *helianthus*, del girasole, che ti darà tanti semi per uno. Saprai fare la Venere del Canova e non potrai fare l'ala di una mosca. Perchè in quell'ala e in quel tartufo, la Natura è grande come ne' suoi più grandi prodigii, e perchè ogni sua opera dall'altre sue s' informa e si completa, chè i terrestri fenomeni sono i riflessi delle leggi direttrici de' movimenti celesti. Onde l'investigare le forme d' un fiore, la dentellatura della capsula d'un musco, non è men degno ed utile dello indagare coll' eliometro il diametro de' corpi planetari, e la distanza delle stelle (1). Il **mondo** è di estensione immensurabile, e chi nol vede? ma non è tanto maraviglioso l'essere il medesimo infinito (direbbesi) nella grandezza, quanto l'essere infinito nella picciolezza. È immenso veduto col telescopio che discopre le comete: altrettanto immenso perscrutato col microscopio che sorprende migliaia di esseri in un dado di creta. L' astronomo trova in una nebulosa miriadi di stelle, e raggiugne colla mente l' esistenza di altri mondi al di là dei limiti, cui arriva il telescopio: e il naturalista perviene a distinguere miriadi di minimi animaluzzi, e vede coll' intelletto vasi ed organi di cui deono comporsi, benchè al migliore microscopio sfuggano invisibili. La Natura è per l'osservatore egualmente indefinita nell' immensità degli spazi celesti, come nella immensurabile minutezza della materia. E tuttavolta la natura ha dettato leggi cui soggiaciono i minimi atomi, quanto i corpi d'innenarrabile dimensione, rotanti pegli immensi mondi del firmamento. Laonde trassene ammaestramento: e chi dee intendere all' arte che invita la natura a produrre esseri e a moltiplicarli (ch'è il vero officio dell' agricoltura) ponga mente, nè giammai dimentichi: le leggi della natura essere così costanti ed estese ad enormi confini, da non potersi forzare, e solo più o meno gli effetti esser dato all'uomo di promuoverne.

5. Un superbo raccolto nel meglio delle speranze, eccolo nell' alidore a poco a poco ridotto a nonnulla dai raggi del sole che'l percuote ancor molle di guazza mattinale; e peggio accade, se sia invaso da minimissimi esseri parassiti. Il sole ha immensità di volume e di calore, e gli impercettibili insetti immensità di numero. Perciò l' agricoltore ha così da temere di quel **mondo** apparente ch'egli vede, come di quel **mondo** occulto, appena

(1) Humboldt, Cosmos. I, 15. Milan 1846.

svelato con aiuto della lente, mondo d'infiniti invisibili esseri, ma ben altro sensibili, viventi a spese degli altri viventi più manifesti. Guai all'uomo se non avesse una forza egli pure, una virtù immensa, supremo dono del creatore, la possanza dello intelletto! Con questa giugne a trionfare della sferza del sole, mercè l'ingegno dell'irrigazione e può riuscire talora a combattere que'meschinissimi nemici: ma non sempre. Anzi le pianticelle, per così dire, infinitesime, sono pressochè più terribili degli infinitesimali animalucci. Perchè rimane l'uomo vinto e umiliato dalla guerra di questi corpicciuoli oltrapiccolissimi, ma strapotentissimi? Perchè trovasi ridotto a discervellarsi per ispacciar tanti modi di combatterli in migliaia di scritture, e le son tutte inezie, perchè nel frattanto e patate e bachi da seta p. e. se attaccati, sono inremediabilmente distrutti, e l'uomo se ne resta impotente come in faccia agli eserciti di zabri quando gli divorano il grano? L'agronomo instrutto ad investigar la natura non dirà: ch'essa, nel mentre ha favorito l'esistenza di quel grano, di quelle patate, di que'filugelli, n'abbia con avversa legge voluto la distruzione. Dirà piuttosto: egli è che l'uomo la natura ancora abbastanza non conosce: e non distinse ancora gli esseri viventi di altri viventi, da quelli viventi dei cadaveri loro: nè tenne conto sufficiente della dipendenza de'terrestri fenomeni, da quelli dell'atmosfera e del cielo.

6. **Cosmos, ordine.** Perciò il coltivatore che solo guarda alle zolle e non più in là della siepe del suo campo, non sarà mai un agronomo: ha necessità, per divenirlo, di possedere le cognizioni principali della natura, ossia del **mondo.** Le quali sono appunto quelle che diciamo COSMOLOGICHE generali. E qui non disgradi all'agronomo di notare, Cosmos essersi chiamato l'universo da PITAGORA per ragione dell'ordine che lo regge: per Cosmos aver voluto PLATONE designare l'ordine de'cieli, ed ARISTOTELE l'universo, ma in pari tempo l'ordine del medesimo. Ora non è ordine senza legge universale, cui minima parte di ciò che è ordinato possa sottrarsi. E questa legge dagli antichi sapienti venne di fatto compresa. Cinque secoli avanti l'êra di Cristo, ERACLITO d'Efeso (1) riponea la gran legge dell'universo nell'amore e nell'odio, *attrazione* e *repulsione*. Quarant'anni dopo il filosofo d'Agrigento, EMPEDOCLE, la stessa legge fondamentale rifermava: forza d'*attrazione* φιλια e di *repulsione* νεικος; l'attrarsi e combinarsi delle molecole omogenee della materia, il respingersi e disgregarsi delle eterogenee (2). Nè malagevole o troppo inverosimile è il riguardare cotali apparenti due leggi per una sola, se però sia detto prima alcun che sull'aspetto generale della Natura.

7. Ma siccome nella disposizione delle presenti ISTITUZIONI ho adottato un ordinamento generale d'onde poi emergono quelli dei diversi rami delle ISTITUZIONI medesime, così per ciascun Libro ho seguito un ordinamento speciale, onde di subito appaia la connessione dei diversi subbietti che vi sono trattati. Questo primo delle **Cognizioni cosmologiche** applicate alla Agricoltura, versa sovra così vasto argomento, da richiedere alcun dichiaramento del metodo preferito.

---

(1) V. ARISTOTELE *de Mundo*. C. 5.
(2) ARISTOTELE, *Metaphys.* 1, c. 4.

8. Contiene infatti l'esposizione delle moltiplici nozioni che sono quasi compendio di altrettante scienze quanti sono i Capitoli del Libro medesimo. Nel quale è nientemeno da riunire il quadro di quasi tutte le verità scientifiche generali, indispensabili alla parte teorica dell'agricoltura ch'è l'**agrologia:** ristrettivamente però alle cognizioni **cosmologiche,** cioè escludendo le **noologiche** quali versano su' di lei rapporti colle scienze morali. Laonde dopo brevi considerazioni sull'aspetto generale della Natura ed alcune altre sulla Natura inorganica e la Natura organica, valevoli a rappresentare di certa guisa il modo di vedere, ossia di comprendere i principii fondamentali scientifici occorrevoli all'**agrologia,** la classificazione delle scienze considerate nel presente Libro, richiede di cominciare dalle matematiche, quali si limitano ad idee che si possono studiare indipendentemente dalle altre scienze. Però quando riguardano a **movimenti** o **forze,** siccome ho preferito di trattarne mediante positive applicazioni, quindi benchè le nozioni di **quiete** o equilibrio e di **moto,** sieno appieno inerenti e dipendenti pure dalle matematiche, ho fatto loro precedere quelle di **proprietà** e **fenomeni** della materia ossia de' corpi; cioè a dire quelle di FISICA AGRARIA, senza delle quali una MECCANICA AGRARIA sarebbe quasi impossibile a concepire.

È pur debito avvertire che ho classificato le nozioni ASTRONOMICHE piuttosto fra le fisiche propriamente dette, che fra le matematiche; perciocchè i loro rapporti coll'agricoltura e la opportunità di far loro precedere le necessarie cognizioni intorno alla luce, mi abbiano indotto a cotale divisamento; pel quale nell'ordinamento che segue, ho dovuto considerare l'ASTRONOMIA AGRARIA come *fisica* anzichè *meccanica* celeste. Dichiarato questo principio di procedere dalle idee più semplici e dalle nozioni più facili, alle idee più composte ed alle nozioni più complesse, reputo sufficiente il PROSPETTO seguente per manifestare la disposizione e connessione degli argomenti nel presente Libro trattati.

9. ORDINAMENTO DELLE MATERIE DEL LIBRO

Il mondo o COGNIZIONI COSMOLOGICHE GENERALI				**Prenozioni generiche**
	Proemiali		CAP. I.	Della Natura in gener.
			» II.	Natura *inorganica*
			» III.	Natura *organica*
				Nozioni di grandezza e misura
	Matematiche	Quantità o *Aritmologia*	CAP. IV.	*Aritmetica agraria*
			» V.	*Algebra agr.*
		Estensione	» VI.	*Geometria agr.*
				Nozioni di proprietà e fenomeni
	Fisiche	(Fisica *generica*) Qualità gen.	CAP. VII.	*Fisica agraria*
		Quiete e moto	» VIII.	*Meccanica agr.*
		Qualità intime	» IX.	*Chimica agr.*
		(Fisica *celeste*) Materia negli spazii celesti .	» X.	*Astronomia agr.*
		(Fisica *terrestre*) Costituz. terr.	» XI.	*Geologia agr.*
		Compos. terr.	» XII.	*Mineralogia agr.*

PRENOZIONI GENERICHE

CAPITOLO I.

ASPETTO GENERALE DELLA NATURA

Corpi celesti — materia — movimento — attrazione. — COLOMBO — GALILEO — MALPIGHI. — Altri italiani primi osservatori — CRESCENZIO. — Vegetazione naturale. — Steppe e deserti. — Vegetazione artificiale. — Agricoltura.

10. L'aspetto generale della natura comprende essenzialmente la contemplazione del Cielo e della Terra. Se le piante, oggetto principale dell'agricoltura, vivano indispensabilmente della Terra e del Cielo, il comprende lo stesso campestre lavoratore (§ 2), che quella richiede col vomere, e questo implora benefico vivificatore colle calorose e lucide emanazioni del Sole. Chi dubiterà che disgradi, al volenteroso d'apprendere la ragione dei prodigiosi fenomeni naturali promossi coll'arte della coltivazione, il leggere qualche pagina ove breve abbozzo della Natura sia tratteggiato?

11. L'uomo detto dai Greci l'*altoveggente* (ανθρωπος), cioè formato in modo da guardare all'alto, a differenza di tutti gli altri animali, è naturalmente mosso per così dire a vagheggiare i grandi fenomeni del firmamento, nè può disgiugnere l'osservazione della celeste dalla terrestre Natura.

12. Talora respirando il fresco rezzo dell'alba osserva il nascere dell'astro maggiore, e vede com'egli indori le cime degli alti monti, poi quelle dei ridenti colli, pria d'irraggiare nel piano. Lo vede emergere, elevarsi, discendere, e come di nuovo sommergere nell'orizzonte. Se invece di notte contempli l'azzurra volta de' cieli e l'infinite stelle onde se ne adorna quel concavo emisfero, vede il loro scintillare all'accostarsi dell'aurora affievolire, e per converso al ritornar della notte ridivenir più brillante mano a mano che il sole sotto l'orizzonte scompare. Dunque è la luce di questo che impedisce di distinguere la luce di quelle; perciocchè di notte appaion desse come altrettante faville in un mezzo oscuro, mentre di giorno si confondono con questo stesso mezzo divenuto più lucente di loro. Così quando un raggio di sole colpisce le brage ardenti del fuocherello del rustico, più non appaiono rilucenti.

13. Ma quelle celesti faville or vedi, in serena notte, molte abbassarsi e molte elevarsi; altre sorgere ove il sol nasce, altre ove tramonta sparire; alcune quasi punto nè muoversi, nè mai dileguare. Or quell'immenso numero di corpi, quell'ingente volta celeste, quel superbo astro di tutti gli astri tanto più grande e luminoso, qual prima idea fanno insorgere nella mente dell'osservatore, se non quella, che per l'immensurabile spazio del firmamento havvi **movimento** e **materia**? E perchè que' celesti corpi, ne' ravvolgimenti loro conservano regole di distanza e di posizione, ed appa-

iono percorrere traccie che a determinati periodi e in determinati tempi nuovamente percorrono, converrà pur ammettere che una legge, vogliam dire un'**attrazione,** li mantenga in quelle distanze fra loro, e il **movimento** e la **materia** loro ne governi.

14. Considerando invece (come sarà dichiarato pel X Capitolo) che quanto, per esempio, veggiam farsi dalla Luna rispetto alla terra, intorno a cui sì palesemente raggirasi, lo stesso accada della Terra rispetto al Sole, non sarà disagevole l'inferirne; essere pure nella Terra **materia, movimento** e **attrazione.**

15. Senonchè la contemplazione del Cielo e della Terra è quadro oggimai senza limiti, dappoichè nuova Terra e nuovo Cielo ci scopersero i due grandi genii d' Italia, COLOMBO e GALILEO. Appena, può dirsi, era passato il secolo delle grandi scoperte sulla superficie del nostro pianeta, succedeva la conquista col telescopio (1) d' immensi spazi celesti. Da questo istante le grandi leggi dell'attrazione, e de' movimenti degli astri; la pressione dell'atmosfera; la propagazione, la velocità, la rifrazione, e polarizzazione della luce; il calor raggiante, le correnti elettromagnetiche, la vibrazione dei corpi sonori, l'attrazione capillare ne' tubi sottili, e tanti altri fenomeni naturali, cessarono d'essere un segreto per l'uomo. Eravi ancora altro mondo da scoprire: quel mondo d' infinitesimi esseri che il microscopio ha dipoi svelato così prodigioso ed immenso. Io non dirò se l' italiano MALPIGHI fosse il primo ad usarlo nell'anatomia delle piante, certo fu de' primi a perscrutare colla lente vasi e tessuti organici, e il seppe fare da quel grande ch'egli era (2). Onde ho meraviglia che il D'ORBIGNY questo abbia scritto: *vers 1815 l'anatomie végétale subit une révolution par suite de l' emploi général du microscope qui permit de pénétrer plus profondement dans la structure intime des végétaux* (3). La rivoluzione l'avea fatta nell'**anatomia** il MALPIGHI come nella **geografia** il COLOMBO, nella **astronomia** e nella **fisica** il GALILEI, nella **botanica** il CESALPINO, nella **meteorologia** il TORRICELLI, senza parlare degli altri grandi più moderni italiani.

16. Ma sarebbe entrare campo soprammodo vastissimo, disegnare il generale aspetto della Natura quale l'agronomo osservatore è tuttogiorno in facoltà e dirò pure in dovere di risguardare. E potrà meglio, e più aggiustatamente farne concetto dopo avere percorso quanto in questo Libro e ne' seguenti delle fisiche Istituzioni verrò sponendo. Così p. es. nell' investigazione delle **proprietà e fenomeni della materia** (Cap. VII.) troverà dilettamento, e s'a Dio piaccia, vantaggio, nel conoscere, oltre quelle dei PONDERABILI, le mirabili proprietà generali della luce, dell'elettrico, del calore del magnetismo. E le teoriche della meccanica agraria, e le recondite combi-

---

(1) L' invenzione del telescopio sarebbe dovuta al METIUS nel 1610 al quale è pure rivendicata dall'HUMBOLDT; ma GALILEO lo inventò si può dire di nuovo, se pure ebbe cognizione di quello del METIUS: giacchè GALILEO veramente fu il primo ad adoperarlo per osservare il Cielo ove scoperse i satelliti di Giove il 7 gennaio 1610. V. lo stesso HUMBOLDT. Cosmos P. II. Nota 44, pag. 449. Milano 1849.

(2) *Si perfectiora acutioraque vitra ad manus fuissent, et in delineando majori peritia valuissem iucundius et distinctius opus minori cum labori tibi parassem.* Così dice il MALPIGHI al lettore nella Prefazione alla sua *Anatomes Plantarum*, classico lavoro benchè *solus studia haec absque amicorum ope congessit.*

(3) D'ORBIGNY Dict. d'Hist. Nat. Paris 1847. Discours prelim. p. 213.

nazioni e scomposizioni nelle parti più intime della materia, svelate dalla chimica agricola, e le relazioni dei celesti coi terrestri fenomeni, e l'utilissime deduzioni discendenti dalla Geologia e Mineralogia, forniranno la descrizione di quanto nella Natura interessa l'agrologia. Rimarcherà essersi da Leon Batt. ALBERTI, due secoli prima che in Inghilterra, riconosciuto che il bianco e il nero non sono colori (1). E che LEONARDO DA VINCI rivelava procedere la luce cenericcia della luna dalla riflessione della Terra, scoperta attribuita al KEPLER due secoli dopo: e il secondario lume della luce medesima, spiegava un secolo avanti del MOSTLIN: anzi ebbe tal concetto della discesa de' corpi gravi combinata colla rotazione della terra, da dedurne il movimento assai prima del Koppernik, oltre le belle scoperte dovutegli nella statica e nell'idraulica. Oh! qui potessi ripetere le preziose indicazioni del RAMBELLI (2) e così se ne imitasse da tutti l'esempio, compulsando i polverosi archivii delle biblioteche ov' è deplorabilmente sepolta tanta scienza italiana! Chè niuna nazione ebbe sì grandi e stupendi contemplatori della Natura. Ed acciochè io mi tenga più dappresso al subbietto dell'arte rustica, ricorderò soltanto quali frutti traesse il commendato MALPIGHI dalla contemplazione della Natura nell'intima compage dell'organizzazione delle piante e degli animali. A questo grande italiano deve l'anatomia: il discoprimento della struttura de' canali, onde l'aria è condotta al polmone: di quella del cervello, del fegato ec., dell'organo esterno del tatto, del tessuto della lingua, dell'organo del gusto, del reticolo celebre sotto il nome di Malpighiano; e la notomia intera del baco da seta intorno al quale diè sì saggi ed opportuni avvedimenti (3), e la formazione del pulcino nell'uovo fecondato, e tante altre magnifiche osservazioni ben degne del vero nome di scoperte.

17. Ho voluto citare il MALPIGHI trascegliendolo fra tanti altri, perchè l'agrofilo apprenda l'utilità di contemplare continuo la Natura, anche ne' fatti apparentemente più semplici e volgari. Cadeva il pomo in terra come tanti altri, ma l'osservava un contemplatore filosofo ch'era il NEWTON e scopriva la gran legge de' movimenti celesti. Dondolava la lampada del duomo di Pisa davanti GALILEO ed egli ne traea la immortale teoria della cicloide e del pendolo. Incespicava in picciol ramo di castagno il MALPIGHI, ed egli « piegando la rotta verga in contrarie parti osservava alcune fibre dotate » di elasticità e fatte a guisa di spire, le quali abbandonate a se stesse » coll'avvicinarsi di esse spire formavano un tubo molto somigliante, come » gli parve, a quei canali di aria che già avea conosciuto investire tutti i

(1) *Album et nigrum minime esse colores.* De Pictura Lib. 1.

(2) Intorno Invenzioni e Scoperte italiane. Lettere di G. RAMBELLI. Modena 1844. Vuole rivendicata a Giovanni BRANCA. ingegnere romano l'invenzione del *vapore*, adoperato a muovere le macchine come si ha dalla sua opera pubblicata in Roma nel 1629: anzi il SERRATI toscano immaginò (10 anni prima del Vatt) e pose in corso sull'Arno un battello a vapore nel 1787: anche l'apparecchio Wolfiano di filare la seta col vapore dell'acqua bollente è dovuto al Conte G. A. SALUZZO. Il RAMBELLI rivendica ingegnosamente le invenzioni del telescopio e del microscopio a GALILEO, e ad altri italiani quelle del termometro, del telegrafo, del telegrafo elettro-magnetico, e le dorature galvaniche ec.

(3) V. l'ALLEVAMENTO DEL BACO DA SETA secondo la pratica di C. BERTI PICHAT. Bologna, 1847, pag. 39, 41, 55 ec.

» corpicciuoli degli insetti » (1) e quindi compose quella celebre opera dove è il vero scoprimento del tessuto cellulare delle piante, di cui si diè poi fama al MIRBEL; quello de' *clostri*, de' vasi tracheali, de' vasi proprii e tanti altri di cui, come sarà chiaro pel Libro V, menano vanto immeritevolmente tanti moderni scienziati, che però non varranno mai a cancellare quella data del 1665 inscritta nell'aurea di lui Notomia delle piante.

18. E perchè lo studioso dell'agricoltura meglio si conforti alla contemplazione de' naturali portenti valgami addurre l'esempio d'agricoltore celeberrimo come il CRESCENZIO. Intorno al quale citerò solo parole di FILIPPO RE e dell'egregia italiana CATERINA FERRUCCI, chè del CRESCENZIO scrissero elogio amendue. Il primo facendo osservare come si competa al CRESCENZIO singolar lode per aver composto il suo Trattato « due secoli almeno prima che i sommi « Italiani, il GALILEI, il CESALPINO, l'ALDROVANDI ed il TORRICELLI ordinassero « fra le scienze la *Fisica*, la *Botanica*, la *Storia naturale* e la *Meteorologia*, sulle quali poggia lo studio dell'agricoltura, e fatto rilevare come gli si debba l'invenzione del pesaliquori e il precetto di applicare alle terre il letame non affatto scomposto, ma in atto di scomporsi, dimostra com'egli conoscesse la struttura de' vegetabili, e ne traesse il primo l'avvertimento di obbligare il succo a deviare dal canale verticale, ed estendersi ne' rami laterali, per ottenerne più belle e squisite le frutta (2), dal quale principio derivò la vera arte di formare le spalliere. « Se gli stranieri fossero più giusti ri- « spetto a noi, esclama la illustre FERRUCCI, non si sarebbe il sig. Reast- « Maupas arrogato il vanto di avere prima d'ogni altro fatto il nesto a « marza del mese d'agosto, nè William Farcmaen sarebbe detto inventore « del nesto a cima. Chè neppure questa maniera d'innestare le piante fu « dal CRESCENZIO ignorata (3). »

19. Ma, com'ho detto, ne' rispettivi luoghi ove sarà in acconcio, non mancherò, secondo la pochezza mia, di tenere rassegna delle preziose scoperte italiane, dei GALVANI, dei VOLTA, dei CORNELIO, dei MAUROLICO, dei REDI, degli SPALLANZANI, dei CAVALIERI, dei DELLA PORTA, dei CORTI, degli AMICI ec. ec. quali più direttamente interessano gli studii agrologici, e fanno conoscere quanto sia gioconda e proficua la contemplazione della Natura. Della quale debbo ancor dire pochi cenni rispettivamente al suo aspetto in rapporto alla vegetazione.

20. Noti l'agronomo che **Cosmos** per gli antichi esprime ancora l'intera compage di tutte cose per la bellezza del loro ordinamento (4); e **la bellezza del mondo è la vegetazione.** Per qualche istante l'uomo può ammirare le gigantesche montagne, e i laghi di ghiaccio, della SVIZZERA: egli rimane come scosso da meraviglia, mainò compreso dall' ineffabile senso onde per la giocondità de' luoghi vestiti di vegetazione è nel profondo dell' anima esagitato. Se il viaggiatore, dai campi MESSICANI allegrati dal

---

(1) DE MARC. MALPIGHI, Elogio letto dal prof. A. BERTOLONI.

(2) ELOGIO DI PIERO DE' CRESCENZII, detto in novembre 1811 da FILIPPO RE. Bologna, 1812.

(3) Vite di 30 Bolognesi illustri della FERRUCCI FRANCESCHI CATTERINA, fasc. VI. Bologna 1836.

(4). Philosophi sic instituerunt vocare *totam compagem rerum omnium ob ordinis pulchritudinem*. BEN. HEDERICII al voc. κοσμος

tenero e trasparente verdeggiare della canna *saccarifera*, e dal bruno fogliame de'*cacaoferi*, volge alla *steppa*, al deserto, ove non è pianta che la morta natura interrompa, quella *steppa* invade lo spirito col senso dell'infinito: come la vista dell'oceano, sorprende ed attrae. Ma l'aspetto del limpido cristallo del mare si ricrea pel magnifico agitarsi dell'onde spumanti: laddove la *steppa* che non ha l'ondeggiar delle messi o delle foreste, è là immobile, ghiacciando l'anima come inerte massa, come alpestre crosta, ignuda, e selvaggia di pianeta disertato (1). In EUROPA vaste lande offrono appena miserabile peluria di eriche, per quantunque immense, come quelle procedenti dalla punta del JUTLAND sino alle foci della SCHELDA. Son vere *steppe*, son veri deserti. Più sterminati quelli d'AFRICA, veri oceani di sabbia, non hanno goccia di pioggia, non una stilla di rugiada, onde nell'ardente suolo sia vita per un germe vegetale. Da quella terra rovente, in tutte parti, s'elevano colonne verticali d'aria infuocata a porre in fuga ogni nube. L'africana aridezza, tutta dalla mancanza di vegetazione procede: ma vegetazione è impossibile in quel mare di sabbia colà versato da qualche tremenda catastrofe, come l' irruzione oceanica. Secoli trapassano e altri secoli innanzi che quella mobile ingratissima arena possa a vegetali radici un punto di solido appoggio assicurare. Per quel mare senz'acqua, grande tre volte il MEDITERRANEO, se la natura non avesse creato il *naviglio del deserto* delle leggende orientali, il camelo, l'uomo non che vita, nè manco semplice transito avervi potrebbe. Oh! dove pianta non vegeta, nelle lande, nelle steppe, ne' deserti, il **mondo** non è il **mondo** dell'uomo: dove la terra è ignuda, infeconda, ivi del nome di **cosmos** non è ancor degna.

21. Colà invece ove penetrò **vegetazione,** gli stessi deserti non son più deserti. Le *steppe* dell'ASIA interrotte da colline e foreste di pini, s'abbellano di rosacei arboscelli, di corone imperiali, di tulipani; e l'erbe aggiungono altezza meravigliosa, onde quando trascorri per cotali steppe sulle basse vetture tartariche, vedi una foresta d'erbe sotto le ruote corcarsi (2). Colà dove penetrò vegetazione, l' intemperato clima s'attempera. Chè alle sterminate foreste impenetrabili dell'AMERICA è dovuta la frescura e umidezza dell'aere che a quello d'AFRICA sì prodigiosamente contrasta. Infine dove è vegetazione ivi è veramente la Natura; ivi è la **vita.**

22. Ma se le vergini foreste, se i magnifici tappeti di spontanea verdura, se le stesse isole di alghe in mezzo all'oceano, e l'olezzo e la vaghezza della flora alpina sulle più elevate cime della crosta terrestre, sono incantevoli, non v'è confronto collo spettacolo della natura stessa fatta immensamente più bella per opera della **vegetazione artificiale.** In quelle steppe medesime del nuovo mondo, la terra si copre di un velo d'*umo* o terriccio vegetale, e ristorata da torrenti di pioggie periodiche, di superba vegetazione si ammanta. Ma quando vi pervennero i primi coloni dall' Europa e dall'Africa, quella terra era d'uomini vuota; perchè coltivazione non v'era. E dove non è, l'uomo come l' *Otomaco* e il *Giavuro* è ridotto a mangiar gomma, formiche ed argilla. Prima che l'uomo sia divenuto agricoltore, raccoglie i frutti del selvaggio pomifero, ma non sono i frutti che il

(1). HUMBOLDT. Tabl. de la nature, Paris 1850 Les steppes et les deserts.
(2). HUMBOLDT. L. cit. pag. 17.

soddisfino e il nutrano come quelli dell'albero coltivato. Egli si vale degli animali che può uccidere, quando non li trovi talora per forza alla sua destrezza superiori: solo quando ha potuto apprendere a dimesticarli, può trarne vestimento di pelli e di lane, nutrimento di latte e di carni.

23. Dove non è coltivazione, l'acque impaludando ammorbano aere e terra: le secolari foreste ricoverano e nutrono belve. Ma per l'agricoltura il mondo si popola d'uomini, di città, di nazioni: l'agricoltura veste la terra d'altri fiori, d'altri frutti e la copre d'animali ponendo in fuga belve, foreste, e paludi. E sì, notate, ho detto foreste: conciossiachè molto men valgano, e profittino all'uomo ove a spontaneo crescimento si lascino, anzichè quando agricoltura n'ha governo. Essa soltanto, portò la vite e il cotone sotto i paralleli del nord, ove MARCO POLO ne trovò la coltura: e al paese d'AKSON, un poco al sud delle celesti montagne, recò pur viti, melagrani ed altri frutti innumerevoli e squisiti, e cotone *(gossypium religiosum)* che i campi ricopre a foggia di giallognole nubi. E l'annuo tributo di cotone, memorato dal POLO, ancor di presente forniscono quelle regioni, mentre in altre aranci, granati, e vigne rendono l'oasi d' Hami soprammodo deliziosa. Alle rive del mar Caspio, a 20 metri sotto il livello del mare, l'estate caldissima favorirebbe la vegetazione, se l'inverno non discendesse a freddo di 20 a 25 gr. C^{i}: ma l'agricoltura seppe adornarle coltivando cotone, riso, poponi e altre piante, la cui vita innanzi verno s'estingue; e vi portò ancora la vite, colcandone a tempo il delicato fusto sotterra.

24. Chi non meraviglierà pensando che in luoghi molto più elevati del Monte Bianco (nello spianato di Dabà e dei laghi sacri nel difilato di Niti) sono bellissimi pascoli e campi fertilissimi di frumento? E campi d'orzo (*hordeum exastichon*) a Kounawour, cioè a 4482 metri (2300 tese) di elevazione ed un'altra varietà d'orzo detto *Ooa*, ad un'altezza ancor più sterminata? Il frumento riesce pure, a detto dell'HUMBOLDT, ad elevazione di 3664 metri (1880 tese) nell'altipiano del Thibet. Or chi ha vestito quelle cime se non l'agricoltura? Ma non è mestieri intrattenersi delle sue lodi, chè troppo è manifesto quanto la monotona bellezza della vegetazione spontanea sia inferiore alla varietà e ricchezza dell'artificiale, o vogliam dire della coltivazione.

Il mondo fisico, come Natura l'ha creato, è così diverso dal mondo ammantato dall'arte del coltivare, quanto è nel mondo morale l'uomo selvaggio dall'uomo in civiltà. Laonde, lasciando un subbietto intorno a cui tropp'altre parole occorrebbero, più necessario ricorre lo indagare brevemente che sia la **materia** onde il mondo fisico si compone, e l'universal legge che la governa, riguardandole ne' due aspetti d'**inorganica** ed **organica** Natura.

CAPITOLO II.

NATURA INORGANICA.

Esistono due specie di natura? — Vita della Terra. — La vita confusa colla materia. — Corpi inorganici ed organici. — Materia — ultimi suoi elementi — modificazioni. — La materia non diminuisce. — Attrazione. — Repulsione. — Movimento. — Distinzione dei corpi inorganici dagli organici — definizione di Linneo.

25. Niuna fra le scienze o le arti si occupa de' materiali e forze della Natura, quanto l'arte del coltivare. Ma quale differenza di stati e di proprietà non esistono ne' corpi intorno cui versa? Hannovene alcuni venti volte più pesanti ch' altri, sotto lo stesso volume; altri mille volte più leggieri; altri le cui particelle più tenui non sono percettibili nemmeno con aiuto di microscopio. E la luce, quella meravigliosa messaggera, com' è chiamata dal Liebig, la quale ogni giorno viene ad annunciarci la esistenza d'un numero infinito d'altri mondi, quanta principale influenza non esercita sulla vegetazione? Allorchè l'agricoltore vuol produrre grano, egli v'impiega, oltre l'opera sua, quella degli animali, il terreno, il concime, la semenza, e ha d'uopo del concorso dell'aria, dell'acqua, della luce, dell'elettrico e del calore. Ora quel terreno, quell'aria e l'acqua e la luce e il calore e l'elettrico alla natura **inorganica** appartengono; all' **organica** i semi, gli animali, i concimi.

26. Ma esistono realmente due nature di diversa specie l'una all'altra vicine e connesse? Esiste una natura **animata,** la quale animali e piante comprenda, ed una **inanimata,** che Terra e Cielo comprenderebbe? Dunque il meschino infusorio, oscillante co' suoi ravvolgimenti nell'acqua, sarebbe **materia** animata, e non lo sarebbe la Terra col suo rotare attorno al Sole, colla perpetua circolazione delle sue acque, co' suoi stupendi fenomeni di elettricità, di magnetismo? Un essere il più perfetto non si risolve esso in materiali perfettamente inorganici? I fenomeni della Terra e dell'atmosfera non sono eglino governati dalle identiche leggi d'attrazione, come lo svolgersi delle piante e il movimento degli animali?

27. Mercè analoghe disputazioni, uomini sommi sono venuti in opposite sentenze. Taluni la Terra eziandio vivere, essere *organica* conchiusero (1): altri alcuna materia non vivere, della vita i fenomeni non essere che semplici azioni e reazioni della materia. Eccesso in quelli di astrazione metafisica, negli altri di presuntuoso materialismo.

28. Invece altri dicono: Il lavoratore del campo, il più rozzo, in sì gravi travedimenti non cade, perchè più di rado erra chi la natura contempla, che chi vuol commentarla. Senz'uopo di filosofici aiuti e senza discervellarsi, l'uomo sa distinguere ciò che vive o non vive. Troppo dista l'essere organico, sia animale o sia pianta, da ciò che animale o pianta non è, perchè

---

(1) Carus. Sulla vita della terra. Lett. 1.

subito non riesca agevole il distinguerli. E per quest'altro modo via ragionando, tengono indisputabile non solo, ma facile ed evidente la separazione dell'**organica** natura dall'**inorganica.** Se giusto s'appongano, lo disvela questa sola domanda. Sa egli il lavoratore se il tartufo sia o no un vegetale?

29. E conciossiachè di gravi errori sia cagione nell'arte del coltivare il non distinguere ad uopo gli **organici** esseri dagli **inorganici**, ed in ispezieltà i materiali all'agricoltura occorrevoli, se da origine organizzata o minerale procedano, è necessario farsi un giusto concetto, quale assai bene si ha da queste parole del sommo fisiologo Michèle MEDICI: « Chi attentamente « considera la moltitudine de' corpi che sono nel meraviglioso ordine della « natura comprende che, a malgrado di tante e sì varie particolarità di che « fanno mostra, possono nondimeno ridursi in due serie grandissime, corri« spondenti alla somiglianza de'generali caratteri da essi tenuti; una delle quali « è formata dagli esseri detti **inorganici**, in quanto che la materia di « cui sono composti non è mutata per modo, che li sottragga dal dominio « delle forze fisiche e chimiche. Anzi tutti i fenomeni in essi loro osservati, da « coteste forze unicamente procedono. Oltre di che hanno in se medesimi « tutti gli elementi necessarii alla loro esistenza. Quando ne' corpi all'altra « serie appartenenti è tale fabbrica e disposizione di parti, che le opera« zioni le quali ne derivano, sebbene abbiano alcuna rimota e primitiva « dipendenza dalle forze sopradette, pure danno chiaramente a divedere « sè essere governate da ben altre leggi e molto più variate che quelle non « sono (1)». Lo che riesce ancor più intendevole, esaminando ciò che abbiam chiamato **materia, attrazione** e **movimento.**

30. **Materia.** Alcuna volta, pur troppo, avrà veduto l'agronomo l'incendiarsi di un fabbricato. In breve ora tutto si perde e dilegua; e rimane un mucchio di cenere che il vento pure non di rado perviene a disperdere. Ora tutto quel materiale di tante specie, è ridotto in tale sostanza che in breve si fa invisibile, si mesce coll'aere, o meglio aere diviene, senz'essere più percettibile per alcun senso. Se restino macerie, queste ancora per ulterior fuoco sono riducibili a quello stato di aria o vapore, dappoichè gli stessi metalli, per forza di calore, s'è giunti a volatilizzare. Più d'un secolo addietro il chimico HELLOT, citato anche dal chiarissimo SELMI (2), collo scaldare leghe di zinco ed oro, e di zinco ed argento, le vide vaporare, senza lasciare residuo di sorta. Perciò, prescindendo da quel meschino avanzo di ceneri e macerie, ecco adunque tutto quel fabbricato scomposto e per l'aere disseminato. Ora per virtù di calore può lo stesso avvenire di qualsiasi pianta e di qualsiasi animale: infine di qualunque corpo. ANASSIMENE l'avea detto: *Tutto viene dall'aria, e nell'aria ritorna* (3); e il DUMAS 2398 anni dopo, dicea delle piante e degli animali: *Ils viennent de l'air et ils y retournent* (4). Infatti potremo noi dire che la sostanza, la materia

---

(1) M. MEDICI. Dell'Utilità e della Bellezza dello studio della Fisiologia. Discorso detto nella Univ. di Bologna, 1821.
(2) Ann. di Fis. e Chim. dei prof. MAJOCCHI e SELMI. T. 1, pag. 133.
(3) Cic. Acad. quaest. 11, 37.
(4) Cours de Chim. organ. en 1841

onde s'informava quell'animale, quella pianta, quel fabbricato, è perduta? Facendo bollire acqua in una pentola, similmente dilegua, e, durando il fuoco, riducesi affatto in vapore; e questo per l'aria si diffonde e scompare. Ma se facciasi entrare quel vapore in recipiente abbastanza freddo, si può di nuovo ricogliere dell'acqua. E sarà da conchiudere che nel passare la materia dell'acqua a stato di vapore, nulla è perduto; perchè acqua si è potuto di nuovo ricomporne. Quindi il calore nulla ha consumato, e soltanto quella materia ha disgregata, e violentemente ad altro stato ridotta. Gli studii fisici e chimici avvertono d'altri corpi che, apparentemente disfatti, ponno essere identicamente ricomposti. Basti ora ritenere: che la natura, per la costanza ed uniformità delle sue leggi, senza la quale uniformità e costanza, ordine essere non potrebbe, si compone di sostanze, di corpi e di esseri, ossia di **materia,** che può assumere altri stati ed altre forme, le cui parti ponno in mille diversi modi riunirsi, e disgregarsi per informare nuovi esseri, ma senza che mai nulla affatto si perda, **nulla potendo compiutamente perire.**

31. Si consideri un frustolo d'erba: la materia di che si compone, inghiottita dal bue, parte si risolve in suo nutrimento, e parte passa in concime: ma la carne di quel bue si fa nutrimento dell'uomo, e quel concime si fa nutrimento d'altra pianta: nell'uomo quella carne adempie agli ufficii di quell'erba nel bue: e l'uomo stesso finisce pascolo e nutrimento d'altra schiera d'esseri, o fa verdeggiare altr'erba che tapezza la terra delle sue ossa! Che se l'ignavia dell'agricoltore non avesse raccolta quell'erba, lasciando che la seccasse e scomponesse in gran parte il sole anzichè l'animale, non perciò la materia di che si compone sarebbe perita: dispersa nell'aria, servirebbe ad altre combinazioni, ripigliandosi la natura ciò di che l'uomo non seppe utilizzare. La materia perciò, considerandola negli aggregati onde informasi sotto nome di esseri o corpi qualunque, è divisibile e mutabile: ma i suoi ultimi elementi, le sue molecole, i suoi atomi sono invariabili, indistruttibili, eterni, come gli stessi antichi li dichiararono. Tutto può abbruciare, imputridire e annientare, quando è considerato come materia composta; nulla può perdersi o annichilire, quando è materia elementare: o, più correttamente, la materia è incessantemente variabile nella sua composizione, ed immutevole ne' suoi elementi.

32. Si ponno considerare le parti che la compongono quali *omogenee* e quali *eterogenee*. Riducasi in minuta polve un pezzo di zucchero o di vetro o di calce o di cinabro: si hanno minime particelle completamente *omogenee,* cioè non differenti dallo stesso corpo prima di polverizzarlo. Lo si faccia sopra un pezzetto di breccia, di granito, o un seme di grano ec., quelle minime particelle che ne proverranno, saranno dissimili fra loro e dal tutto, che perciò vorrà dirsi composto di parti *eterogenee.* Ora non bisogna confondere quanto chiamasi parte o particella, da ciò ch'è detto **molecola.** Quelle particelle dello zucchero, del vetro, della calce e del cinabro, se con ulteriore artifizio, ed è la scomposizione fisica e chimica, si dividano più profondamente, e si disgreghino affatto l'altre assai più minute particelle o elementi di cui si compongono, verranno a disgiungersi e separarsi in vere **molecole.**

33. **Attrazione.** Nè altro adunque è la natura che la materia stessa per mille modi aggregata in migliaia di foggie di esseri e corpi. La totale divisione e confusione de' suoi atomi elementari è il *caos*, al quale la materia si ridurrebbe quando cessasse quella universal legge fondamentale dell'**attrazione.** E che vuol dire attrazione? A suo luogo la fisica agraria noterà come questa forza si voglia distinguere quando s'esercita sugli aggregati di materia, o sugli elementi della medesima; quando sia attrazione di corpi e di masse, ovvero attrazione di molecole: distinzione per avventura esistente più presto ne' suoi effetti, che nella sua essenza. L'innocentissima Luna non gira attorno alla Terra per fare il contento o la disperazione de' contadini. Essa attorno le ruota per la stessa legge che fa rotar la Terra intorno al Sole e questo, come vuol l'HERSCHELL, intorno altri Soli. E pure non è diversa la legge di questi enormi corpi, da quella onde si congiungono fra loro due goccie d'acqua! — Per farsi un'idea dell'attrazione, basta avere un pomo nelle mani, e abbandonarlo a se stesso. Perchè cade in terra? Dicesi perchè gravita col suo peso, ma cade in realtà perchè attratto dalla Terra. E se quel pomo sia di ferro massiccio, egualmente cade, ed impiega lo stesso tempo di quello, per giugnere a terra: cosicchè lasciando cadere nel medesimo istante da una torre una palla da fucile ed una da cannone, giungono in terra ambedue in egual momento. Che se il corpo più leggero arrivi alquanto più tardi, è solo perchè nella discesa è più rattenuto che non il pesante dalla resistenza dell'aria, come più innanzi è da vedere.

34. Se per ragione dell' **attrazione** i diversi corpi sulla crosta terrestre non ponno starne disgiunti, e più il corpo è pesante, più si oppone ad esserne sollevato, per analoga forza le parti di uno stesso corpo stanno più o meno aderenti fra loro e inseparabili. Il pomo ch'è nell'albero, è disposto, similmente come quello staccatone, a cadere sul terreno; ma la forza d'attrazione fra loro, delle particelle componenti il gambo che lo sorregge, lo fa rimanere unito all'albero, finchè lacerándosi o disseccando quel suo gambo non è più bastevole a sostenerlo. Ho detto, a suo luogo sarà più rettamente chiarito ciò ch'è l'attrazione, e quali diverse forme comprenda. Era qui uopo soltanto dirne quanto è per considerarla quasi come legame universale della materia.

14. **Repulsione.** Ma quei bravi sapienti di tanti secoli addietro, citati nel § 6, voleano legge fondamentale anco la repulsione. Ottimamente il volevano, conciossiachè continui ne appaiano gli effetti, e i naturali fenomeni meglio sieno con questa legge esplicabili. Ma per avventura nol sono forse meno, riguardando la repulsione, piuttostochè vera forza o legge, come semplice effetto di quella universale, ch'è l'attrazione. Consideriamo in questa figura 1.ª i quadratelli e le sferette indicate al N. I. Se le sferette saranno attratte fra loro con forza maggiore di quella ch'attrae, cioè che hanno fra loro i quadratelli, avverrà l'effetto disegnato al N. II; cioè le due sferette si accosteranno, e s'allontaneranno i quadratelli: mentre questi, come indica il N. III, s'avvicineranno, se fra loro

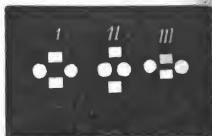
Fig 1.a

sono attratti più che nol sono egualmente fra loro le sferette. Ora, nel caso N. II, i quadratelli appariranno essersi respinti, e similmente respingersi fra loro le sferette nell' altro caso N. III. Dunque la repulsione nel più de' casi (e forse sempre) è un puro effetto dell' attrazione (1). Lo stesso è pure a dire quando le particelle della materia sieno immerse p. e. in etere a particelle esilissime. Se queste minime molecole, raffigurate nella fig. 2 al Num. I, sieno sollecitate da vivissima forza d'attrazione a riunirsi, accadrà lo spostamento de' quadratelli, come è indicato dal N. II. Quante volte un corpicciuolo sembrerà respinto da un altro, perchè maggiore della forza che a questo lo avvicina, è quella per la quale aderisce ad un terzo che lo trascina! Immaginate corpuscoli *b* e *c* avvolti da un nembo di sferette, quali veggonsi nella fig. 3, dirette e muoventisi verso il quadratello *a*. Se i quadratelli sieno corpuscoli sensibili, e le sferette pressochè invisibili, come molecole di vapore, di etere, e' si parrà indubitato che il corpicciuolo *b* sia attratto da *a*, ed il *c* respinto da *d*: invece ambedue obbediscono agli effetti dell' attrazione che hanno maggiore colle sferette che coi quadratelli. E chi dirà infatti che la barchetta disegnata nella figura 4 è attratta dalla sponda A, quando

Fig. 2.a

Fig. 3.a

Fig. 4.a

trovasi in *a*, e n'è respinta, quando in *b*, perchè dalla corrente è prima sospinta verso A, e n'è di seguito allontanata?

36. **Movimento.** È veramente stupendo come i più antichi popoli fossero già tanto innanzi nello sviluppo dell'intelligenza, quando si pensa che il chinese CHIN-NOUNG, il *lavoratore divino*, successore di FOU-HI, 3218 avanti l'era cristiana, insegnava l'uso dell'aratro, la coltivazione del grano, la distinzione di tutte le piante, e (mirabile a dirsi!) assegnando alla figura della Terra 900,000 *li* da levante a ponente, e 850,000 dal settentrione al mezzogiorno, dimostrava esser nota antichissimamente la forma

(1) « È inutile ed insieme contrario al buon senso l'ammettere che la materia sia dotata della proprietà di attrarsi e di repellersi nello stesso tempo ». MAJOCCHI, Elem. di Fisica. V. I, § 72. Torino 1850 C. POMBA e COMP.

schiacciata del globo. Ed avendo già cognizione d'un carretto inventato da HOANG-TI, il quale, per qualunque lato si voltasse, indicava sempre il settentrione, vale a dire la bussola, pervennero tanto innanzi nelle scienze astronomiche, da stabilire un esatto calendario per regolare i campestri lavori. Le loro intraprese erano conquistare il deserto! cioè invaderlo colla coltivazione di grano, riso, panico, miglio nero, canape, piselli, fave e cotone. Non è qui a fare menzione come riconoscessero la circolazione del sangue, l'acupuntura ec. Essi sapevano 2500 anni prima del LEIBNITZ quanto esponeva nel suo sistema delle *Monadi*. Nel celebre libro l'Y-KING, ossia libro dell'Unità, la filosofia chinese considera la *monade* combinata con se stessa, per produrre la *diade* e la *triade*, siccome causa generale di tutti i fenomeni: e tutte combinazioni dipendenti da due principii: YANG **luce** o **movimento:** YN, **oscurità** o **riposo** (1).

37. Anteriori agli stessi Chinesi, gli antichi popoli dell'Hindoustan, cui si devono i numeri impropriamente detti *arabi*, secondo la scuola Brahma-Mimansa, tutto il sistema della creazione riponeano nel **movimento:** i mondi trascinati per l'eternità in una corrente circolare si sviluppano, si estinguono: nasce alla vita tutto ciò che ha movimento, s'annienta tutto che lo perde ec. Di poi PITAGORA attribuiva alla Terra, alla luna ed a cinque pianeti il **movimento** di rotazione attorno al Sole, la cui luce era per lui l'anima del mondo. È inutile addurre altri esempii del convincimento in tutti i filosofi d'ogni secolo sulla nècessità del **movimento,** senza del quale la **materia,** per la sola forza d'**attrazione,** non si comporrebbe che in nuclei o masse inerti e compatte; senza il quale insomma nulla avrebbe vita.

38. Ma la differenza tra i corpi inorganici e gli organici in questo consiste, rispetto al **movimento**, che ne' primi è impresso alla materia e da lei subito, mentre negli organici il **movimento** è proprio, cioè derivante da forza appartenente allo stesso corpo organico. E il movimento di cui faccio parola è veramente quello di traslazione da luogo a luogo dello spazio pei corpi inorganici o per le loro particelle integranti, o infine per le loro molecole componenti, quali ponno talora riunirsi in diversi modi e quantità, ma sempre per impulsi esteriori o per forza d'attrazione; laddove il movimento ne' corpi organici, se di traslazione, come negli animali, è dall'animale stesso dipendente; se interno o delle parti che compongono l'essere organico, finchè duri la vita, dipende pure in gran parte dalle funzioni stesse dell'organismo.

39. Ciò adunque che spetta a natura inorganica, è quanto diciamo **materia** soggetta a forza d'**attrazione**, e talora anche a **movimento.** Ma la luce, il calore, l'elettricità, il magnetismo sono veramente **materia,** e subiscono le leggi dell'**attrazione?** A queste domande si può solo fare soddisfacente risposta nello speciale Capitolo della **Fisica agraria.** Però affinchè l'agronomo si faccia una idea ben distinta della natura inorganica, dee considerare che i corpi si distinguono per inorganici quando sono inerti, cioè privi di movimento proprio e di vita; non nascono, ma si formano;

(1) D'ORBIGNY. Dict. d'Hist. Natur. T. I. Discours prelim. p. 19. Paris 1847.

non si nutrono, ma si agglomerano; non muoiono, ma si decompongono. Gli organici invece nascono, vivono, si nutrono, si sviluppano e, innanzi di decomporsi, si muoiono. Ma nel seguente Capitolo cotale distinzione verrà per avventura meglio chiarita, e sarà presa in esame questa celebre definizione dell'immortale LINNEO; i **minerali** crescono, i **vegetali** crescono e vivono, gli **animali** crescono, vivono e sentono (1).

CAPITOLO III.

DELLA NATURA ORGANICA.

LA VITA. -- SEZIONE I. DELLA VITALITÀ. — Corpi organici -- distinzione dagli inorganici — forza vitale — causa dell'attrazione -- della forza vitale. — SEZIONE II. INSUFFICIENZA DELLE CAUSE FISICHE E CHIMICHE—attrazione—sperienza dello KNIGHT — temperatura — elettricità — *morta veduta* dei chimici — teorica del DUMAS — sentenza di BACONE. — SEZIONE III. REGNO VEGETALE e REGNO ANIMALE — forza vegetativa — riproduttiva — forza dinamica — distinzione fra piante e animali — sensazioni -- analogia -- esseri organici innumerevoli — generazione -- generazione spontanea? -- il sonno -- la morte -- dissoluzione -- il *calcino* — durabilità della vita negli animali — longevità delle piante — influenza dello stato di schiavitù ec. — SEZIONE IV. Riassunto — leggi generali dell'esistenza organica.

40. Allorchè dicesi Natura **inorganica** e Natura **organica**, si vuol significare che la Natura è composta di corpi o *materia inerte*, e di corpi o *materia* che ha **vita.** Che significa adunque la **vita?**

41. Non se ne cerchi, dice il BICHAT, la definizione in astratte considerazioni. La *vita è l'insieme delle funzioni che resistono alla morte* (2). E perciocchè la morte sia il termine o l'estinzione della vita, tanto varrebbe dire che la vita è ciò che resiste all'estinzione della vita! Cominciando da PARACELSO il quale definì la vita *spirito che divora il corpo*, discendendo ai più moderni fisiologi, l'adequata definizione della vita è forse ancora da indagare. Parecchi celebri sapienti se ne riguardarono, facendo passo piuttosto alla ricerca ed allo studio delle sue funzioni. Conciossiachè la varietà immensa dei corpi viventi e delle forme loro, addivenga sempre maggiore ostacolo a definire aggiustatamente la **vita** quanto più le scienze naturali nello scoprire nuovi esseri, sia vegetali o animali, progrediscono. Superfluo adunque è definire la **vita,** sendo abbastanza chiaro anche per l'agronomo il distinguere gli *esseri per universale consentimento stimati vivi*. E mi sto contento, anche rispetto alle disputazioni degli *atomisti* e dei *dinamisti* sulla ragion vera della **vitalità,** di riferirmi alla grave sentenza del chiarissimo fisiologo italiano MICHELE MEDICI, emergente da questa interrogazione: *E chi può inoltrarsi in così fatte investigazioni, senza pericolo di errare* (3)?

---

(1) *Lapides crescunt, vegetabilia crescunt et vivunt, animalia crescunt, vivunt et sentiunt*

(2) BICHAT. *Recherches physiologiques sur la vie et la mort.* Paris, 1844. P. 1, art. 1.

(3) M. MEDICI. Manuale di Fisiologia, quinta edizione. Bologna, 1840, pag. 92.

12. Tuttavolta è assai frequente nella più degli agricoltori, il cadere in abbagli che di certa guisa li farebbero considerare siccome proseliti delle risorte teoriche di **Morfologia,** o peggio di **Materialismo.** Se l'agronomo abbia per caso un agente di campagna il quale pensi che il loglio, la vena ed in genere l'erbe inutili o dannevoli nascano per se medesime senz'uopo di procedere da semenze o germi o parti loro qualunque capaci di riprodurle, difficilmente conseguirà di liberare i suoi campi da cotali piante. Più generale ancora è il caso della invasione d'insetti devastatori, e pur troppo il fatto attesta ogni giorno come il villico, amando meglio di crederli caduti dal cielo, anzichè da loro simili generati, punto non gli contrasta d'esistere e moltiplicare. Nè, per vero dire, è poi sì meraviglievole che il rustico lavoratore (la cui istruzione ho letto, in una Memoria stampata, doversi pretermettere come di nocumento non solo, ma di pericolo!) nella sua non peritura ignoranza pensi come il NEEDHAM e il barone di MUNCHAUSEN, de' quali il primo credeva al *verme-pianta chinese*, *così chiamato per essere verme in inverno* e *pianta in estate*, *ed a certa mosca abitatrice dell'isola Dominica, la quale in una parte dell'anno tramutasi in arboscello, i cui rami si adornano ben presto di piccoli gusci o baccelli, da' quali nascono vermini che danno poi origine a mosche novelle!* E quel barone *avendo seminato funghi ne vide nascere degli animali, e da questi animali vide poi nascere de' funghi* (1)*!*

De' quali fatti, non è a dire se il cel. LAZZARO SPALLANZANI facesse aperta e sagace giustizia (2). Nè pochi altri più moderni potrei addurne di simigliante vaghezza, quali m'inducono a riputare non immeritevole di attendimento dallo studioso de' principii agrologici, il discorrere alquante parole intorno alla **Natura organica** contemplata negli esseri viventi, ma ne' rapporti più generali, lasciando al V, VI e VII Libro la trattazione delle più speciali cognizioni che intorno ai medesimi deono l'agronomo interessare.

SEZIONE I.

Della vitalità.

13. **Corpi organici.** Se il coltivatore prenda un frustolo di pianta, o un frammento d'animale sia poi di morto corpo o vivente, diligentemente disaminandolo vi troverà di leggieri alcuna foggia di struttura, e pori con cert'ordine distribuiti (3); talora potrà scinderlo in piccole porzioni o parti fra loro diverse quali sono dette **organi,** e quindi quel frammento lo ravviserà per **organizzato.** Per converso s'egli prenda un pezzetto di terra

(1) M. de NEEDHAM. *Nouvelles Recherches sur les Decouvertes microscopiques ec. de l'Ab. Spallanzani avec notes.* Paris, 1769, pag. 249 e 236.

(2) SPALLANZANI. Opere. Milano 1826 (Tip. de' Classici Italiani). V. 6. Opuscoli di Fisica animale ec. pag. 16 e 17. Ne' passati giorni per somma gentilezza del chiarissimo Prof. F. DE' FILIPPI ebbi appunto l'opportunità di vedere alcuni vermi venuti dalla Cina, i quali hanno sul capo e sul dorso pianticelle parassite, assai più lunghe di loro; quali forse diedero occasione al Needham di credere alle citate trasformazioni.

(3) J. IOHNSTON Elem. de Chim. Agric. Paris 1849. pag. 6.

o di roccia vi troverà molto differente struttura, o sì propriamente non di vera struttura ma solo di aggregazione di parti vorrà considerarlo fornito: nè mai di parte alcuna cui nome d'organo s'addica; onde questi corpi siccome terre, pietre ed altri minerali hanno poi nome d' **inorganici.** Prendendo cotali pezzetti o frammenti, l'uno di materia organizzata, l'altro d' inorganica, egualmente grandi ed egualmente secchi, e facendoli abbruciare, il primo quasi appieno si distrugge, mentre l'altro pochissimo perde. Un chilogramma di frumento, o di paglia o di fieno lascia quasi nulla di cenere; egual peso di terra, se ben secca, ne lascia un volume considerevole. Non è adunque malagevole il distinguere la **materia** ancorchè priva di vita, se a materia viva appartenga, cioè se sia o no materia **organizzata.**

44. **Distinzione tra i corpi viventi e i minerali.** Ho riportato al § 39 la definizione del sommo LINNEO secondo la quale i vegetali oltre la proprietà del **crescere** come i minerali, hanno quella del **vivere,** e gli animali quella inoltre del **sentire.** Però il **crescere** non solo è per diverso modo, se i corpi organici, o inorganici sono, ma l'**esistere** di loro è differente, come poi il **vivere** è di diversa vita per gli animali che per le piante. Distinzioni importanti, perchè fondamento principale delle nozioni agrologiche.

45. Ne' viventi corpi od organici, deono farsi le seguenti considerazioni:

1.° Rapporto agli **elementi** che li costituiscono, perciocchè in numero assai maggiore che negli inorganici. Così nelle piante come negli animali, oltre que' principali *ossigeno, idrogeno, carbonio* ed *azoto*, entrano a comporli *ferro, calcio, sodio, potassio, magnesio* ec., a seconda delle specie loro. Di recente in Francia vi si rinvenne pure dell'*iodio*, scopertovi però non pochi anni addietro dal chiarissimo professore CANTÙ di Torino.

2.° Rapporto alla **struttura,** gli elementi stessi si presentano ne' corpi organizzati in composizioni *binarie, ternarie* e *quaternarie,* ma in combinazioni più durevoli, perciocchè determinate da cause più energiche: laddove negli organici cotali combinazioni sono assai meno stabili.

3.° Rapporto alla **configurazione** ed allo **stato fisico** del corpo, il quale, se inorganico sia, può essere affatto solido, o liquido, o gazoso: l'organico, ancorchè solido, come in generale i vegetali legnosi, contiene sempre parti più o meno liquide, e d'ordinario molli come le più nelle piante e negli animali: nè mai è appieno solido, appieno liquido, o appieno gazoso. E rispetto alla configurazione, noti bene l'agronomo. il corpo minerale non so veramente come corpo possa dirsi, in fuori del caso del suo stato di cristallizzazione. Infatti l'acqua e tutti gli altri fluidi, l'aria, tutti i vapori e gaz non altra forma assumono se non quella del recipiente da cui sieno limitati: i solidi poi non hanno configurazione determinata, e il marmo è marmo egualmente nella statua del CANOVA, che nella rupe di Carrara. Una pianta invece, un animale, è corpo vero, configurato secondo quella specie di piante o d'animali cui pertiene, ed a cui è perfettamente simile, se perfettamente eguali sieno tutte le circostanze di loro sviluppamento.

4.° Rapporto alle **azioni** o **movimenti** della materia, fa somma differenza, tra gli organizzati e quelli che nol sono, lo stato d'**immobilità** di questi ultimi appena sieno prodotti. Il corpo cristallizzato è già corpo

morto ed inerte, benchè per esistere debba durare l'intima affinità onde vennero i suoi elementi in quel modo aggregati. Invece nel corpo organizzato un istante di quiete, un momento d'inerzia sarebbe l'estinzion sua; non v'è riposo dopo la sua formazione: è una incessante mutabilità di combinazioni, di forze, di composizioni.

46. Adunque il **crescere** segnalato dal LINNEO è tutt'altro **crescere** pegli organici corpi che pegl'inorganici. Chè in questi è solo aumentare per materia sovrapposta, cioè per **sovrapposizione** o giunta fatta alla loro superficie. Ma un arboscello, una larva, un bambino crescono, ossia fannosi albero, farfalla ed uomo, non per addizione di materia sul loro contorno esteriore, ma per interno lavoro ch'e' chiamano i naturalisti **intussuscezione.** La quale è come a dire una *giustaposizione* di elementi non esclusiva all'esterno, ma comune ad ogni minima parte dell'essere organico. Inoltre quel **crescere** de' minerali non produce variazione nel corpo aumentato, mentre ne' viventi corpi tutto l'aggiunto si fonde, e intimamente collegasi colla materia preesistente, e per diverse guise la modifica.

47. Oltre al **crescere,** è pur diverso il **diminuire:** giacchè i corpi organici, per quella incessante loro intima mutevolezza (§ 45), rinnuovano continuo la loro trama o testura, e la materia di che compongonsi continuo consumano e riparano, durante un periodo, dopo il quale a **decrementi** successivi soggiaciono fino al termine, in cui accade la cessazione d'ogni movimento e mutamento, e quindi della esistenza. Il **decremento** invece ne' minerali accade senz'alterazione del pezzo rimanente, finchè gli agenti esteriori non l'abbiano corroso e disfatto del tutto.

48. Per quelle condizioni di **movimento** e **crescimento** (§ 45 e 46) si fa poi luogo negli animali e nelle piante alla generazione o riproduzione degli individui da sostituire a quelli che si distruggono per le condizioni di **decremento** (§ 47). Onde il corpo organico non esiste che come conseguenza della vita di altro organico essere anteriore. Per l'opposito ne' minerali la nascita, o meglio dicasi la formazione è isolata, affatto indipendente dall'esistenza d'altro corpo di simigliante natura. La qual condizione di preesistenza di corpo generatore viene più sotto al § 95 argomentata.

49. Taccio d'altra distinzione ch'io farei consistere in questo: che le parti ultime cui si può meccanicamente o chimicamente ridurre un corpo minerale presentino sempre forme terminate da *superficie piane*, cioè di veri *poliedri geometrici*: i corpi organizzati invece possano soltanto ridursi in particelle di figura a *superficie curve*, al di là del qual limite le particelle stesse cessino di essere organiche e dissolvansi in elementi minerali a superficie *piane*. Nè fo stima di spendervi altre parole, per non incespicare in troppo sottili disputazioni, e perchè cotali superficie sferiche, per mio intendimento, si confacciano eziandio a quelle che ancor è dubbio se sieno vera materia, e ch'io dirò sostanze, conosciute sotto il nome d'**imponderabili,** di cui nella FISICA AGRARIA è da vedere.

50. Ma la materia si compone essa a quel modo sotto foggia di vasi, di tessuti, o in generale di organi, per effetto delle stesse cause onde le particelle di quel pezzo di terra o di roccia sono agglomerate fra loro? Le parti vive d'un corpo prestamente rispondono a stimoli di calore, di luce,

di elettricità, e di magnetismo: sono questi adunque i veri motori delle azioni **vitali** negli esseri organizzati? Non rincresca all'amatore dell'arte rustica il seguitarmi in qualche ricerca, onde viemmeglio s'appiani la via d'indagare profittevolmente la ragione degli effetti, ossia de' naturali fenomeni che dee promuovere coll'arte sua.

51. **Forza vitale.** Se il **movimento** è l'elemento principale dell'ordine mirabile, della portentosa armonia del **cosmos** ossia del **mondo,** esiste ancora un'altra forza, senza della quale il mondo stesso non sarebbe così meraviglioso. Quegli antichi filosofi della China, il loro YANG ossia **movimento** subordinavano al **Tao** ossia ragione: e tutti i più svegliati ingegni d'ogni età e d'ogni nazione riconobbero ineluttabile l'esistenza di una ragione creatrice. Quali la dissero forza sovrannaturale, quali forza di esistenza, quali infine **forza vitale**. Pochi furono i veri filosofi che la disconoscessero: e forse più da desiderio di rendersi singolari, anzichè da interno convincimento, sedotti. Quando si contempla la natura organica, quando si meditano i misteri della generazione, della nutrizione, della vita e della morte degli esseri, si rimane tristamente commossi, veggendo uomini sapientissimi dell'odierno tempo sentenziare, dipendenti da semplici leggi fisiche e chimiche, i prodigiosi fenomeni della natura animata. Però la **forza vitale** non dee servire per dichiarare disinvoltamente la ragione di tutto ciò che non si voglia studiare. Per saperla comprendere è d'uopo seguire la traccia ch'è dalle scienze indicata. Lo stato elettrico della materia non è ignorato da dieci secoli: ma solo lo sviluppo della fisica, dopo innumerevoli fatiche e difficoltà superate, ha fatto conoscere la parte di questa forza prodigiosa nelle reazioni della natura inorganica, e nelle funzioni vitali degli animali e delle piante. Dunque una semplice osservazione non basta per conoscere la natura d'una forza: è d'uopo studiarne i fenomeni nelle diverse condizioni e ne' mutamenti successivi. Furono autori georgici, i quali riguardarono gli oggetti materiali che trovansi in natura, sotto tre punti di vista, cioè a) *storicamente*, b) *fisicamente*, c) *chimicamente*, rilevandone tre rami della scienza naturale, cioè 1.° *Storia naturale* o descrizione della natura; 2.° *Fisica* o scienza dei corpi naturali; 3.° *Chimica* o arte di scomporre i corpi (1). E facile rilevare quanto tale distinzione sia insufficiente, in ispecie ponendo la Chimica come estranea alla composizione dei corpi. Ma è di più sommamente manchevole, perchè de'fenomeni *fisiologici* non tien conto: dunque la **forza vitale** affatto trapassa.

52. Coll'ignoranza e coll'ignavia, limitando la spiegazione di qualsiasi fenomeno a sola forza **creatrice**, si cade in mille erramenti. Così taluno crede che, senza semi e con semplice terra ed alquanti residui vegetali in putrefazione, la natura valga a produrre piante e animali: altri suppone generarsi ferro e fosforo nell'essere vivente, come altri in più lontana epoca faceano dipendere l'ascensione dei liquidi dall'orrore della natura pel vuoto. D'altra parte, in opposizione all'ignavia ed all'ignoranza, a non dissimili conseguenze può condurre l'immaginazione, la passione delle ipotesi. Onde poi

(1) TRAUTMANN, Elem. d'Econ. rur. Traduz. CONFIGLIACCHI e MORETTI. V. I, pag. 15. Pavia, 1820.

chimeriche idee usurpano il posto della verità, e mali tanto più gravi ne provengono, in quanto che la retta via riesca assai malagevole a rintracciare, quando siasi per falso sentiere incamminati.

53. Ho detto **materia, attrazione, movimento** e **forza vitale**. Considerava CRESCENZIO nella generazione delle piante sette cose concorrere senza le quali, diceva egli, al postutto non ne nascere alcuna. Fra le medesime riponeva singolarmente il *calor del cerchio del cielo, il quale è primo e vivifico principio delle piante* (1). Ora il *calore* diremo noi ch'e' sia **materia** o **movimento?** Lo stesso è a richiedere intorno alla *luce*, all'*elettrico*. Ma è ancor più grave questione, se e quanto entrino nella composizione o natura della forza **vitale**, o almeno della **vegetativa**.

Per tutte le cose sin qui dette l'agronomo, o quegli che intende a divenirlo, ha potuto comprendere che qualsiasi oggetto di scienze naturali, di cui debba occuparsi, essenzialmente consta di **materia,** ed è soggetto all'**attrazione:** alcuni anzi tra i molti corpi trovansi inoltre forniti di **movimento,** il più delle volte dipendente da cagioni estrinseche ai corpi stessi: altri infine, e questi pure moltissimi, sono forniti soprappiù di **forza vitale.** Una gleba di sola terra è **materia,** la quale, per forza d'**attrazione** terrestre, è pesante e gravita sul suolo; e per forza d'attrazione più intima delle parti onde si compone, resta unita in un sol corpo e in quella forma di gleba. La Terra invece, ossia il terrestre globo è **materia** che, per l'**attrazione** onde si collegano tutte le sue parti, e ch'essa esercita anche su tutti i corpi non affatto aderenti alla sua superficie, comprensivamente all'atmosfera di cui è ricinta, compone il pianeta che poi, per l'**attrazione** universale, al nostro sistema solare la tiene collegata al di lui centro, ch'è il Sole. Ma questo pianeta, ch'è la Terra, è inoltre investito da un **movimento** pel quale è spinto a rotolare per lo spazio, ed è lanciato nel medesimo a descrivere un'orbita o strada che la forza d'**attrazione** pel Sole gli prescrive. Il qual **movimento** è pur comune ad altri corpi alla Terra appartenenti, o che sino a lei pervengano. Se non che, veggendo l'acqua correre per l'alveo del fiume, si vorrà rilevare il suo **movimento** come dipendente unicamente dall'attrazione ossia dalla gravità o peso dell'acqua. Quindi è ben diverso da quello dell'aria, per esempio, o della luce, e più differente ancora di quello degli animali. Questi poi, siccome le piante eziandio, offrono il tipo della **materia** dotata d'**attrazione, movimento** e **forza vitale.**

54. Quando infine sia spinto più oltre lo studio della **materia**, quale trovasi informata negli animali, svelasi quella serie di nozioni appartenenti al mondo morale, il cui primo grado o **forza di percezione** è pressochè a tutti cotali esseri comune, aggiugnendosi la **forza di cognizione** nel primo e più mirabile di tutti, ch'è l'uomo.

55. Dopo ciò discende manifesto che la forza di **attrazione** agisce tanto all'immediato contatto della **materia** o delle sue parti fra loro, come ancor quando non si tocchino, riserbando al Capitolo della FISICA AGRARIA il di-

---

(1) CRESCENZIO. Del Trattato dell'Agricoltura ec. traslatato dall' NFERIGNO V. 1, Libro 2.° pag. 31. Napoli 1724.

chiarare come, per esempio, due lastre levigate di vetro o di metallo e molte volte diversi corpi, per opera di una sostanza intermedia, aderiscano fra loro.

56. **Cause.** L'umana intelligenza ripugna ad ammettere alcuna azione, modificazione o fenomeno qualsiasi, senza una causa onde muova. Appena raggiugne lo scoprimento di questa causa, se può investigarla, presto come da anterior ragione la rinviene procedente, e nasce l'uopo della ricerca di una prima causa di cui questa è l'effetto. E così avviandosi nel perfezionamento scientifico, s'acqueta solo quando l'ultima causa da lui raggiunta coll'investigazione non n'è più suscettibile. Conosce il fisico la causa dello ascendere e discendere del mercurio nel barometro: egli l'ha rinvenuta, la spiegazione del fenomeno, nella pressione dell'aria atmosferica. Or questa pressione è similmente un fenomeno: vuol conoscerne la causa, e nel peso dell'aria la rinviene. Ma questo peso è desso pure un fenomeno, e conviene la sua causa indagarne: la quale è pur l'**attrazione.** Ma l'**attrazione?** L'attrazione è una legge, una forza, una causa di cui conosciamo gli effetti; il resto sfugge o oltrepassa la comprensione del fisico.

57. Non dissimile riflesso è da fare rispetto alla **forza vitale.** L'umano orgoglio, dopo aver compreso tanti portentosi fenomeni della Natura, quando vede, per esempio, la vegetazione dell'albero sonnecchiare durante l'inverno, e risvegliarsi al primo tepore di primavera, ha detto altra volta: oh! la forza vegetativa non è più un problema, è il calore, è il fuoco che a un tempo ha possanza di tutto distruggere e di tutto avvivare. L'anima del mondo, esclama PITAGORA, è la luce del Sole (1). Più cauto PARMENIDE dicea soltanto, tutte cose private di calore perire: e PITAGORA stesso sentenziava, le anime essere indistruttibili come la primordial forza onde emanano. Moderni fisici o chimici le funzioni vitali vogliono procedere dall'*endosmosi*, da *chimiche reazioni*. Occorre perciò dimostrare, siccome fo nella SEZIONE seguente, alcuni de' motivi della mia discordanza dalle loro opinioni.

SEZIONE II.

Insufficienza delle azioni fisiche e chimiche.

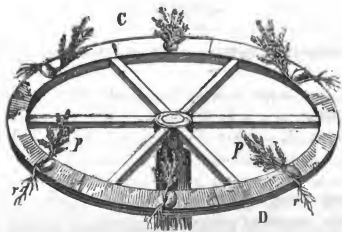
58. Per non dilungarmi soverchio, esaminerò soltanto alcune proposizioni, intorno alle quali mi terrò a quanto alla celebre ACCADEMIA DELL'ISTITUTO DELLE SCIENZE DI BOLOGNA, ebbi già un lustro addietro a proferire (2).

59. Applicato da parecchi lustri alla coltivazione, io traea singolar diletto nel leggere in alcune opere le spiegazioni razionali, onde mi si apriva la ragion dei fatti e delle pratiche agrarie, apprendendo in che difettassero, in che potessero ammettere profittevole incremento, e quali nuove fossero da introdurre. Avvezzo a contemplare quei prodigii del germogliare, del crescere, del fecondarsi l'infinita schiera di esseri vegetanti, soddisfatto da indicibile compiacenza, direi quasi orgogliosa, nel faticare, nell'operare di

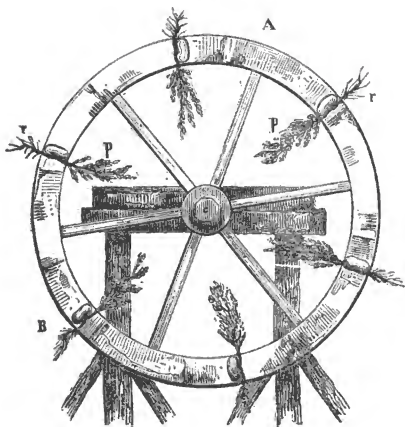
(1) Cicero, Nat. Deor.
(2) NOVI COMMENT. ACAD. SCIENT. INST. BON. T. XI. Della sobrietà nell'applicazione delle scienze all'agric. Consid. di C. Berti Pichat, lette nella seduta 29 genn. 1846.

certa guisa insieme colla Natura, nel coadiuvarla a produrre i suoi portenti, coll'ammendare i terreni, col lavorarli, col soccorrerli di concime, col potare o innestare le piante, nel trovarne sapienti e giudiziose indicazioni negli scritti dei CHAPTAL, dei CARRADORI, dei POLLINI, nelle investigazioni dell'INGENHOUTZ, dell'HALES, del SAUSSURE ed altri non recenti scrittori, io ne traeva sommo dilettamento e profitto. Ma quando in seguito ebbi ad aprire qualche pagina della Chimica agraria del DAVY, allora celebratissima, se scontravami in un passo, ove tutto il miracolo della vegetazione rappresentavasi quasi semplicissimo effetto di agenti affatto materiali, fisici o chimici, io non potea ristarmi dal chiudere quel libro, quasi umiliato e compreso da indefinibile scoraggiamento. Questa legge fisica, io dicea, questa legge chimica ha per verità la sua influenza, ma non deve essere la legge che comanda a quegli esseri di vegetare. *Quella sovranità*, per ispiegare il mio concetto, *delle forze fisiche e chimiche* può essere intera, *assoluta* su quegli esseri *solo quando esseri più non sono*, quando hanno cessata la loro esistenza vegetale. Dunque la Fisica e la Chimica eccedono, quando vogliono risolvere in sole azioni fisiche o chimiche la ragione di quell'esistenza.

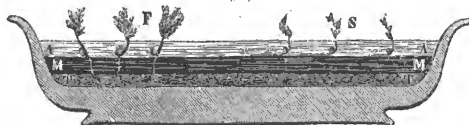
60. **Cause fisiche insufficienti. — Attrazione.** In qualunque parte del solco fosse gettato un seme di grano, o nel colmo o ne' lati inclinati del quaderno, io vedeva spuntare snello e diritto il nascente germoglio: all'opposito, la radichetta volgere verso il centro della terra. Io cercava la ragione, per esempio, di tale direzione della radice, ed ecco io leggeva doversi attribuire **alla forza della gravità.** La nota sperienza dello KNIGHT, a conferma di siffatta spiegazione, mi sembrava e più mi sembra adesso materialissimo e insufficiente concetto, ad onta di sì venturosa accoglienza dei dotti, da vedersi in quasi tutte le opere di botanica, descritta e riprodotta.

Fig. 5.a

C D ruota orizzontale, p, p, *piumette* o germogli dei semi di fava attaccati alla periferia della ruota: r, r, loro radici.

Dopo avere lo KNIGHT attaccati acconciamente i semi di fava alla ruota orizzontale come indica la precedente figura 5, altri ne attaccò alla periferia d'una ruota verticale come accenna la seguente figura 6.

Fig. 6.

A B ruota verticale, p, p, *piumette* o germogli dei semi di fava attaccati alla ruota verticale: r, r, loro radici.

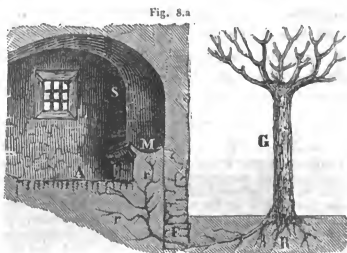
I semi di fava, attaccati alle periferie delle due ruote in movimento, germogliando, spinsero le radici all' esterno in linea del prolungamento del raggio di esse ruote. Si è voluto considerar questi fatti siccome dipendenti dalla forza centrifuga, cagionata dal veloce aggirarsi della ruota trascinata da quella congiuntale di un molino: e si è conchiuso che le radici non potevano dirigersi in senso verticale verso la terra, perchè la forza di gravità era sopravvinta dalla centrifuga. La conchiusione rigorosa si è che cotal forza centrifuga annulla gli effetti di quella per cui le radici assumerebbero una direzione discendente verso il suolo, ma non vale a spiegare la sua natura. E già il Mulder, ponendo semi di *Vicia faba minima* e di *Polygonum fagopyrum*, a germogliare su mercurio (Vedi fig. 7) coperto d'acqua, rilevò che la radice della *Vicia* penetrò nel mercurio, quella del

Fig. 7.

T T strato di terra, M M strato di mercurio, A A strato d'acqua, S semi germoglianti di grano saraceno *(polygonum fagopyrum)* le cui radici lambiscono il mercurio senza penetrarlo. F semi germoglianti di fava che lo penetrano e arrivano nello strato di terra.

Polygonum si distese sulla sua superficie senza penetrarlo (1). Ma di questa sperienza non si tenne conto. Il DUTROCHET, in un rapporto letto all'Accademia di Parigi il 28 aprile 1845 (2), intorno sperienze analoghe fatte dal PAYER e dal DURAND, espone non aver mai potuto rilevare, ripetendo le sperienze del PAYER, che le radichette, quelle in ispecie del *Lateprus odoratus*, abbiano potuto penetrare al di là di quanto era dovuto alla pressione esercitata sulle radichette dal peso dei semi: e ripetendo le sperienze del DURAND, per dieci grani di *Lepidium sativum* una sola radichetta si fissò entro il mercurio, le altre nove crescevano lambendone la superficie.

61. Senza citare le sperienze ancora più acconcie, a parer mio, di GIOACHINO CARRADORI, lette il 5 maggio 1802 dinanzi alla Società dei Georgofili di Firenze (3) mi limiterò a considerare nel grande laboratorio del campo le migliaia di semi gettati sul suolo dal coltivatore. È agevole riconoscere, cadere eglino quali in una posizione, quali in un'altra. Quanti trovansi caduti come a rovescio colla piumetta in basso, e verso l'alto la radichetta, spingono questa e quella alquanto nel senso in cui si trovano, poi sì l'una che l'altra curvandosi dolcemente a poco a poco tendono e rivolgonsi alla direzione cui la Natura le invita. Le radici, se dovessero piegare verso il centro della Terra unicamente per forza di gravità, non assumerebbero le forme particolari alle specie di piante cui pertengono: conciossiachè talune crescano e moltiplichino per ogni lato di guisa da raffigurare una bella chioma a simiglianza di quella sopraterranea dei rami: altre invece prolunghino la loro radice maestra pressochè orizzontalmente: altre infine (ove concorrano adatte circostanze di terreno) rimontino ad altezza superiore al così detto nodo vitale, ove hanno esse radici incominciamento.

62. Più volte, nei campi, ho rimarcato serpeggiare alla superficie radici di olmi e gelsi, e, sendovi fra questi e la parte di campo, ove serpeggiavano, la così detta *scolina* o altro fosso, più profondo assai di quella superficie, mi è sembrato da quelle radici apertamente smentirsi la sentenza dello KNIGHT. La smentiscono eziandio, per mio debile avviso, le boscaglie in pendio, ove non di rado trovasi nel terreno, al di sopra di quello da cui sorge un cespuglio o una quercia, molta parte di loro radici, benchè quel terreno sia più alto del punto d'onde nascono esse radici. A non pochi sarà pure, come a me, avvenuto di trovare nel disfacimento d'una vecchia stalla da bovi, come indica la fig. 8, le radici del gelso G ad essa vicino, avere penetrato le fondamenta del muro F, e giugnere a lambire la conca della

Fig. 8.a

(1) Ann. des Sciences Naturelles, T. XXI, pag. 129.
(2) Compt. Rendus de l'Acad. des Sciences — 28 avr. 1845.
(3) Atti della Soc. de' Georgofili, Vol. VI, pag. 215.

mangiatoia M, e serpeggiare per l'acciotolato A, benchè di livello superiore all'origine R delle radici, e molto più ancora del punto F da loro attraversato. Già si comprende che chi avesse attaccato alla ruota dello KNIGHT, agitata da moto velocissimo, un animale col capo all'estremo della sua periferìa, si sarebbe veduto, cred'io, sortire il sangue dagli occhi e dalla bocca, e rimontare fors'anco gli escrementi alla gola. Or sarebbe egli da inferirne per questo che il sangue e le deiezioni che nella posizione normale si portano, quello anche agli arti inferiori, queste al fondo dell'intestino, il facciano per semplice azione di gravità? Ecco adunque, s'io non erro gravemente, dimostrato il caso dell'applicazione di una legge fisica, per soverchio modo assegnata come causa di un fenomeno, cui concorre invece altra più possente ragione che una soltanto materiale non è.

63. Ometterò di rilevare come il BOUSSINGAULT asseveri derivare la direzione anche dei rami dalla **gravità.** KNIGHT *a montré par des expériences ingénieuses que la direction, que suivent les racines et les* branches, *provient en grande partie de cette force* (la gravità) (1). Mi starò a quanto ho rilevato sulle radici, e solo ricorderò che ben più saggiamente delle medesime discorreva quel grande scrutatore della Natura, il nostro MALPIGHI. (2).

64. **Temperatura.** Sentenza troppo generale è pur l'altra del BOUSSINGAULT « *La végétation qui est seulement* interrompue *pendant la saison froide, se ranime de nouveau au retour des circonstances qui la favorisent.* (3).

Ammettendo essere la vegetazione *interrotta soltanto* dalla stagione fredda, lasciando anche da parte l'osservazione giornaliera e ben confermata dalla diretta sperienza del prof. SAVI onde provasi l'atto vegetativo, assai intenso in primavera, diminuire nel calor dell'estate almeno per molte piante arboree, come si potrebbe spiegare il vedere tante piante dei nostri paesi, le sempre verdi, conservare quell'apparato di vegetazione dimesso dall' altre a foglie caduche? ERNESTO MAYER esaminando il crescimento dell'orzo e del frumento, lo ha bensì rilevato maggiore di giorno anzichè di notte, ma non disconosce periodi di rallentamento anche nel giorno (4) e il MULDER da analoghe osservazioni sull'*urania speciosa* ha riconosciuto esservi assai di frequente, nelle ore prossime al mezzodì, sospensione nello allungamento della pianta, il quale allungamento continua solo se la temperatura discenda (5). Esempi questi per dubitare dell'asserzione per la quale moderni chimici e fisiologi agricoli attribuiscono alla temperatura la ragione principale degli atti della vegetazione. Nè mi dilungo a recarne altri di piante vegetanti anche nella stagione invernale, siccome la rosa notissima del Bengala,

---

(1) Boussingault. Économie Rurale considerée ec. Paris 1843 Tom I. pag. 10.

(2) *Hae (radices) itaque varie a trunco terrae affixo producuntur: nam in aliquibus perpendiculariter elongatae, radiculas hinc inde promunt: in plerisque vero productus truncus in multiplices dividitur insignes radices, quae fere horizontaliter; deorsum tamen propagatae in ulteriores radiculas solutae rotundam peripheriam, non absimilem ei, quae ab extremitate ramorum describitur, graphice efformant.* Diffatti non altrimenti potrebbero servire al loro fine, pel quale *per subiectum solum alimoniam queritant et immobilitatem plantae stabiliunt.* MALPIGHI, Opera Omn. Lond. 1686. Tom. II. pag. 54. edit. Lugduni Batav. 1787 T. I pag. 144 e 145 ec.

(3) BOUSSINGAULT loc. cit. pag. 8.

(4) De Candolle Physiologie vegetale. T. I. pag. 445 (Paris 1832).

(5) De Candolle loc. cit.

e le tante piante ortensi, le quali si giovano assai meglio della stagione autunnale che dell'estiva.

65. **Elettricità.** Molti attribuiscono alla elettricità, grande influenza nella vegetazione. Ma che diremo del DU PETIT THOUARS il quale considera ogni funzione vitale delle piante come giuoco di due pile voltaiche? (1)

La FISICA AGRARIA ne svelerà la parte importantissima dell'elettrico, e ne trarremo conseguenze di sommo rilievo per la pratica coltivazione non forse da alcuno rinsegnate, ma nonperciò, si potrà mai confondere l'elettrico colla forza onde l'organica esistenza ha cagione?

66. **Cause chimiche insufficienti.** Trapasso altre considerazioni sulle attinenze della fisica coll'agricoltura, per dire alquante parole su quell'altra scienza la quale volendo spiegare molti misteri della vegetazione alla sua maniera, e dettare conseguenti principii e precetti di coltivare, empie di ansietà per non dire di confusione i discreti agrofili che non sono, nè vonno essere agronomi trascendentali: voglio dire sulla chimica. Scienza per verità meravigliosa, in ispecie perchè in breve ora toltasi dall' infanzia ed ascesa tanto da pretendere seggio in quasi tutte le naturali discipline. Scienza feconda di molti vantaggi all'agricoltura se non avesse troppo dimenticate le orme del CHAPTAL e del CARRADORI, orme per verità meno ardite, però assai più adatte alla scienza agraria; e se nelle mani abilissime de' moderni troppo non agognasse a disvelare e spiegare il segreto della **natura vivente** colla sola analisi della **natura morta.** L'Agricoltura può certamente ritrarre sommi vantaggi dalla chimica nella cognizione delle terre, degli ingrassi, ne' processi di fatturazione del vino, dello zucchero, della fecola, nel concorrere alle investigazioni della fisiologia vegetale; ma non per questo può la chimica pretendere di rifare a nuovo la scienza agraria. Antica più della chimica è l'arte del coltivare, e quella di servirsi dei prodotti della coltivazione. Antichissimi popoli, come oggi anche alcuni selvaggi, in posto di graminacee nudrivansi di radici assai tempo prima che i chimici vi trovassero la fecola. Sino al tempo di *Mosè* l'uso del lievito era noto. *Septem diebus azyma comedetis....... quicumque comederit fermentatum, peribit anima illa de Israel ec.* (2) così nel XII dell'Esodo, ove sta scritto più sotto, gli egiziani avere sollecitato sì vivamente gli ebrei da torgli agio di mettere il lievito nella pasta (3) *Tulit igitur populus conspersam farinam antequam fermentaretur.* Senza parlare del vino descritto anche da *Osiride* come si ha da *Diodoro Siculo* citato dall'HOEFER (4). quando *Tacito* ci narra usarsi dai germani una specie di vino *ex hordeo factus et in quamdam similitudinem vini corruptus* (5), non dà egli evidentissimo cenno della birra chiamata dai greci *οινος κριθινος vino orzaceo?*

67. **Morta veduta de' chimici.** Se non che non avendo io adesso a fare sposizione di una chimica agraria degli antichi, ripigliando il mio dire, replicherò che *quella*, dal CARUS chiamata (nelle sue Lettere sulla vita della Terra) *morta veduta de' chimici moderni* (6), quando vuole da sola spiegare

(1) De Candolle loc. cit.
(2) Exodus XII 915. (3) Ibid. p. 39.
(4) Histoire sur la Chimie par le doct. Ferdin. HOEFER. Paris 1843, T. 1, p. 34.
(5) TACITO, De morib. german.
(6) CARUS sulla vita della Terra. Firenze 1843. Lettera VI.

i fenomeni della vegetazione, mi pare poco atta a comprendersi nè con profitto da chi è destinato in ultima analisi ad occuparsi e dirigere in suo pro l'opera stessa della vegetazione. Fo stima inoltre che in molte applicazioni all'arte agraria, la chimica si comporti come in altre p. e. alla fisiologia e patologia animali, se vero è quanto è detto nel *Bulletin général de Therapeutique* a proposito dell'opera di PAOLO GAUBERT intitolata *Hygiene de la digestion*, ove si legge «*dimostra l'autore che la digestione non risulta da quelle leggi cui si vorrebbe soggetta: ma che appartiene* ad una categoria di fatti *fuori della fisica e della chimica....... le quali invano cercano usurpare il diritto di spiegare i fenomeni di cui il corpo organizzato vivente è il soggetto e l'agente* (1).

68. **Discordanza dei chimici.** Due scuole si contendono la palma nella chimica applicata alla fisiologia vegetale ed alla coltivazione. La schiera dei chimici alemanni di cui è principe il cel. LIEBIG, il cui sistema in una parte essenziale è stato combattuto dal prof. GAZZERI. La schiera dei chimici francesi, a capo della quale il non men celebre DUMAS, in varie fondamentali sentenze non concorde coll'altra. Troverà l'agronomo nel Cap. X, l'esame di alcune loro opinioni, onde vegga come distano dalla secura maniera di filosofare insegnata da BACONE, ed argomenti come sieno più presto atte a confondere le menti degli agricoltori, i quali hanno poi diritto di conchiudere col dubitare delle cattedratiche asserzioni con vicendevole contraddizione di spesso dalle due scuole proclamate.

69. **Teoria** del DUMAS. Il regno vegetale secondo il programma della famosa lezione del DUMAS, che s' intitola *Essai de Statique Chimique des êtres organisés* (2), è un apparecchio di riduzione ov'è il grande laboratorio della **vita organica,** ove la formazione delle materie vegetali ed animali, ed ove questa si compie a spese dell'aria. Le quali materie passano appieno formate, dai vegetabili negli erbivori, e da questi ne' carnivori. E durante la vita e dopo la morte degli animali esse materie, a misura che distruggonsi, ritornano nell'atmosfera donde derivano. Per argomentare vera e completa tale sentenza converrebbe prima dimostrare che tutti quanti gli animali, niuno eccettuato, compresi i zoofiti, gl'infusorii ed altri microscopici di numero infinito, si nutrono di vegetabili o d'altri animali dai vegetabili nutriti. Converrebbe di più d'altra parte dimostrare che la Natura ha bensì prodotto degli animali carnivori, ma non ponno esistere piante che sieno erbivore. Ed allora come sta quanto dimostrava MARCELLO MALPIGHI nel suo libro *de plantis quae in aliis vegetant?* E quelle cuscute, que' funghi, quelle tante piante parassite viventi a spese dei vegetabili, invece di essere apparati di riduzione e composizione, non fanno esse l'ufficio esclusivamente imposto agli esseri animali dalla legge dei BOUSSINGAULT e DUMAS?

70. Il chimico d'ordinario disfa completamente il povero essere, lo riduce in tre, al più in quattro sostanze: ossigeno, idrogeno, carbonio ed azoto. Ed ogni materia organica, sia pure ligneo, fibrina, caseina, legumina ec. ec., tutto l' immenso apparato organico da ultimo in quei soli elementi ri-

---

(1) Bull. gen. de Therapeutique, fev. 1845.
(2) Essai de statique chimique, Leçon par M. DUMAS, trois. edit. Paris 1844.

solve. E con questo metodo si pretende spesso di spiegare l'organismo mercè la sua più completa disorganizzazione. Mercè di esso, come ho già notato al § 30, si decreta dal DUMAS: *Les plantes et les animaux derivent de l'air, ne sont que de l'air condensé. Ils viennent de l'air et ils y retournent* (loc. cit.) Ora ARISTOTILE ne dice al cap. 1 *Metaphysicorum* (1): ANAXIMENES *autem et* DIOGENES *aerem priorem aqua et maxime simplicium corporum principium statuunt.* PARACELSO poi anche più decisamente affermò: *L'uomo è un vapore condensato, e ritornerà in vapore d'onde è sortito* (2). Da questo confronto nasce un dilemma ch' io ardisco soggiugnere, perchè dell' HOEFER: *O queste dottrine arditissime sono verità eterne, inerenti all' intelligenza dell'uomo, o sono semplici fantasmagorie dello spirito, non dimostrate dall' esperienza* (3). D'onde appare che anche dopo 24 secoli da che furono enunciati quei principii, non siano nemmeno al presente, per giudicio dell' HOEFER, abbastanza fondati sull'esperienza. E qui cademi in acconcio di offerire una riprova dell'apotegma: *Multa renascentur quae iam cecidere.* La scuola francese, in questo pure non appieno consentita dall' alemanna, per organo dello stesso DUMAS, come ho già rilevato, così si esprime: *Des végétaux ces matières passent toutes formées dans les animaux herbivores.* Quell'ANASSAGORA filosofo, vivente accusato come sacrilego, e morto soprachiamato Νους *(intelligenza)* aveva detto (4): *Noi mangiamo pane e beviamo acqua. Questi elementi nutrono i muscoli, il sangue, le ossa, in una parola tutte le parti del corpo. Sarebbe ciò possibile, se non vi fossero nel pane e nell'acqua degli atomi o delle molecole* (μορια) *identiche a quelle di cui si compongono i muscoli, il sangue e l'altre parti* (5)*?* Identicità di sostanze dalla moderna chimica non solo proclamata, ma dalla scuola francese voluta così completa che il grasso, tal quale trovasi negli animali, risieda nell' alimento prestatogli dai vegetabili insieme colle altre materie più nobili, onde si compone quella meravigliosa opera della Natura che chiamasi *animale*: identicità dalla quale discenderebbe per diretta conseguenza essere il nostro corpo un aggregato di parti tutte composte nel laboratorio delle piante, unico capace di fabbricarle, sia la fibrina, o l'albumina, o la caseina, e sto per dire le ossa, la sostanza cerebrale ed il liquore prolifico ec.; intantochè poi le funzioni animali si epilogherebbero in quell'unica d'imitare un crogiuolo sovra quattro brage senz' altra destinazione, se non quella di distruggere quanto dalle piante erasi elaborato!

71. **Azoto.** Nè voglio ommettere una considerazione importante sull' azoto al quale dai chimici si attribuisce tutta l'efficacia che possono avere i concimi. È però veramente singolare, che contenendo l'aria in mille parti, 792 d'azoto, le piante abbiano soltanto da inalare l'acido carbonico per tenersi il carbonio rigettando l'ossigene senza prendere minima parte di tanto azoto, volendo il LIEBIG tutto l' azoto trovato nelle piante derivare unicamente dall'ammoniaca portata dalle pioggie, e prima generata dai fulmini

(1) ARISTOT. al cap. 1 Metaphysicorum. Venetiis apud Junctas 1572, Vol. octavo.
(2) Hist. de la Chimie. HOEFER, T. II. pag. 21.
(3) Loc. cit. T. I.
(4) HOEFER, loc. cit., pag. 80.
(5) V. HOEFER, loc. cit., Tom. II, pag. 21, intorno a PARACELSO.

e dai vulcani. E quando il FARADAY in una lettera al DUMAS (1) chiede: *L'azote sera-t-il un metal ou bien conservera-t-il sa place parmi les corps non metalliques?* la teoria dell'azoto rispetto al regno vegetale non appare essa in pericolo di doversi rifare a nuovo? Intanto io non so come i chimici non abbiano finora sospettato d'un'**altra sorgente dell'azoto** trovato ne' vegetabili. Quell'altro universo, di cui s' è detto al § 5, così immenso di animali pressochè impercettibili, viventi non solo, come dice il REDI, in altri animali viventi, ma ne' più piccoli e segreti recessi de' tessuti vegetali ed animali, quegli eserciti d' infinitesimi esseri contati dall'EHRENBERG su pochi centimetri di materia, i quali inoltre devono lasciare ne' vegetabili, ove albergano, si nutrono, e sì prodigiosamente moltiplicano, innenarrabili traccie di escrementi, ovuncoli o germi, se tutta questa siccome materia animale è azotata, quando il chimico si pone a macinare un vegetabile ed analizzarlo alla sua maniera, non so se intelletto o poter d'uomo valga a cernere quell'azoto che veramente da que' minimi animaletti provenga, rimanendo dubbio eziandio se possa anche tutto soltanto dai medesimi provenire.

Che poi l'azoto puramente dell'aria concorra nell'atto della vegetazione, recenti sperienze del VILLE, l'hanno ormai posto fuori di dubbio, come nella SEZIONE FISIOLOGICA del V. Libro sarà meglio dichiarato. (2)

72. E qui tralascierò di parlare d'altre mie dubitazioni intorno ad altre applicazioni della moderna chimica, e preferirò che parli in mia vece un chimico celebre il quale nasceva appunto nell'anno in cui moriva il gran cancelliere BACONE, ed era quel ROBERTO BOYLE delle opere del quale non sapeva un BOERHAVE qual fosse la più degna di encomio. *Se gli uomini*, lasciò scritto il BOYLE nel discorso preliminare delle sue opere, *se gli uomini*, e parlava dei chimici, *avessero più a cuore il progresso della vera scienza anzichè la loro gloria, potrebbesi loro far comprendere che il più gran servizio farebbero al mondo collo spendere ogni cura nell' istituire sperienze e raccogliere osservazioni, senza cercare di stabilire teorie, prima d' aver dato la soluzione di tutti i fenomeni che ponno presentarsi* (3). Io stimo la chimica agraria del DAVY, quella organica applicata all'agricoltura del LIEBIG, l'economica rurale del BOUSSINGAULT, la statica chimica sua e del DUMAS, il recente corso d'agricoltura del GASPARIN, opere degnissime della moderna età; ma dubito che abbiano alcun poco deviato dalla antica sentenza (4) di BACONE, e dal riportato avvertimento del BOYLE.

---

(1) Compt. Rendus de l'Acad. d. Sc. 24 fev. 1845.

(2) Comp. Rend. de l'Acad. d. Sc. 4 nov. 1850.

(3) HOEFER, loc. cit. T. II. pag. 156.

(4) *Duae viae sunt atque esse possunt ad inquirendam et inveniendam veritatem. Altera a sensu et particularibus advolat ad Axiomata maxime generalia ec. Altera a sensu et particularibus excitat Axiomata* ascendendo continenter et gradatim *ut ultimo loco perveniatur ad maxime generalia: quae via* vera est sed intentata. F. BACONIS, Nov. Org. Scient. T. II. Aphor. XIX. Ed altrove dice più esplicitamente doversi coltivare le scienze *non fingendum aut excogitandum, sed inveniendum quid Natura faciat aut ferat.*

SEZIONE III.

Regno Vegetale e Regno Animale.

73. Quantunque volte m'occorre riandare colla mente le gravi dubitazioni emergenti dalla diversità delle teoriche proferite nello **applicare le scienze all'agricoltura,** mi raffermo nell'opinione, avvegnachè mia speciale e per avventura temeraria, che la filosofia, quale dicono positiva, e la storia naturale, di non poco vantaggiassero quando ancora si degnasse per converso applicare **l'agricoltura alle scienze.** Conciossiachè l'arte della coltivazione io mi vegga non di rado promuovere sì stupendi naturali fenomeni e di tal numero, e sì ripetuti ed evidenti, da potere conciliare non poche apparenti contraddizioni, e l'ambiguità dischiarare d'alcune ipotesi e con autorità di fatti, notevoli teorie escludere o assicurare. È dubbio, sia mo' d'esempio, se la luce debba tenersi per vera *emissione*, o per *ondulazione*. L'ultime sperienze dell'ARAGO sono brillanti e ponderevoli; ma nella coltivazione (come si vedrà nella BOTANICA AGRARIA) mancano fatti cotidiani e patenti da recar vera luce a questa quistione della luce? E se l'elettrico sia diversa sostanza, o solo modificazione della luce, non si può egli per diversi fatti dipendenti dalla coltivazione, di molto alluminare?

74. Taccio d'altri argomenti di natura inorganica, le mie dubitazioni essendo ancor più stimolate da quelli all'organica pertinenti. La *distinzione* degli esseri viventi in due regni, l'*analogia* de' regni medesimi fra loro, la onnipotenza da taluni tribuita alla *morfologia*, la possibiltà della *generazione spontanea* e somiglianti problemi, i più arcani e misteriosi delle scienze naturali, reputo che avrebbero non ispregevoli sussidii se i fenomeni dalla coltivazione promossi, da naturalisti e fisiologi fossero meglio avvertiti. Ma perchè io non ho ad intrattenermi di questi subbietti, se non nel senso de' filosofici aiuti derivanti dalle scienze all'agricoltura, soltanto posso occuparmene genericamente, siccome fo. Laonde non dispero che quanto si paia manchevole in questo scientifico aspetto della natura, si vorrà per l'accennato motivo indulgentemente scagionare.

Gradi o Manifestazioni della Forza vitale.

75. Tutte le differenze della materia organica dall'inorganica, e' mi pare a oltranza dimostro, nell'azione della **forza vitale** epilogarsi. Aveva egli d'uopo l'agricoltore di apprezzare sì minutamente la distinzione delle due grandi divisioni della materia? Generalmente credono i coltivatori che la ruggine del grano sia tutt'altro che un prodotto organico, e nondimeno vedrà a suo luogo ora consistere in vere pianticelle, ora in veri animalucci. Le piccole concrezioni delle pere ed altre frutta sono di spesso affatto inorganiche, e pure talora da organici esseri han causa. Le macchie delle foglie di gelso e di pressochè tutti i vegetabili non sono elleno, come ha mirabilmente dimostrato per tante specie il chiarissimo DE NOTARIS, professore di botanica a Genova, pianterelle a carico di quelle, viventi? Vegga adunque

indispensabile conoscere questa **forza vitale,** e distinguerne le forme o gradi, o piuttosto **manifestazioni,** quali, senz'altre lungherie, sotto nome di forze **vegetativa, riproduttiva, dinamica** e **generativa**, vengono, come segue, investigate.

76. **Forza vegetativa.** Che la **vita** non sia un non so che negativo, ovverossia un risultato di semplice **forza di resistenza,** ove condurrebbe l'adotta definizione del BICHAT, lo prova il considerare: 1.° che la **forza vitale** non esercita solo un'opposizione all'influenza avversante degli agenti esteriori, ma si vale e si giova de' medesimi, secondo le esigenze dei diversi esseri; 2.° che non solo la vita non è in permanente contrasto contro la natura esterna, posciachè, come osserva il CERISE, è nello stato di formazione continua; ma invece con regolari processi gli elementi eziandio inorganici, se ne appropria ed assimila. Ciò è così vero che le funzioni vitali si operano, alcune indipendentemente da volontà dell'essere vivente, siccome accade nelle piante, altre invece ne dipendono, siccome rilevasi negli animali. Le prime si compiono per virtù della **vita** o **forza vegetativa,** le altre per quelle della **vita animale.** Disputazioni certamente degne dell'attenzione de' fisiologi, ma da non isfuggire a chi studia l'arte di fare prosperamente germogliare, crescere e moltiplicare le piante, e vuol conoscere i migliori principii da prendere a norma nell'allevamento e governo degli animali. La quale distinzione, onde s'ebbe tanta celebrità il BICHAT che la segnalò coi nomi di **vita organica** e **vita animale,** è dovuta a Stefano GALLINI, veneziano (1), il quale *eresse per intero l'edifizio di quella dottrina fisiologica che divide l'uomo in* vegetante *e* senziente: *edifizio di cui avea gettate le fondamenta fino dall'anno* 1786 *nella sua prima lezione ec* (2). Ma non dee tenersi dall'agronomo nel senso che la forza **vegetativa** ai vegetabili, e l'**animale** agli animali pertenga. Del che però verrà meglio in cognizione nel V e VI Libro. Ora è sufficiente indicare la **forza vegetativa,** detta anche *formatrice, nutritiva, riproduttiva,* intendersi quella, mercè della quale un essere organico converte in propria sostanza materie entrate nel suo corpo, e di quella sostanza che perde si rifà: lo che dai fisiologi è detto ancora **processo plastico.**

77. **Forza di riproduzione.** Nella **forza vegetativa** o **processo plastico,** l'agronomo dee specialmente segnalare quella proprietà della medesima per la quale non solo l'essere organico si sviluppa, e moltiplica, ma quella più speciale **forza di produzione** intesa nel significato particolare di procacciare attitudine all'organico essere di completarsi. Conciossiachè sia questa una delle facoltà della materia organizzata le più interessanti nella coltivazione. E mi spiego; perciocchè non sia da confondere colla proprietà di moltiplicare, ovvero sia colla **generazione.** Un tralcio di vite colcato sotterra, dall'estremo lasciato esterno alla superficie del suolo riproduce foglie, ed una pianta simigliante a quella onde fu separato; dalla parte sotterrata mette radici quali alla nuova pianticella si convengono . Ecco adunque un frustolo di materia organica dotato di tal **forza**

(1) Saggio di osservazioni concernenti i nuovi progressi della fisica del corpo umano, di Stefano GALLINI. stampato nel 1792, come avverte il RAMBELLI l. c. p. 61.
(2) Biogr. degl'Ital. Illustri, V. 3, fasc. 2, p. 188, art. di L. CARRER. Venezia 1837.

di riproduzione, da *completare* se medesimo **riproducendo** foglie, tralci ec. non che le radici da cui era stato disvelto. Si sperimenti invece con Lazzaro SPALLANZANI simigliante recisione dell'estreme parti di un lombrico terrestre: quando se ne tagli in discreta misura porzione della testa e della coda, l'animale non si muore: tra non molto rifà testa e coda. Senza parlare delle salamandre, la riproduzione della coda nelle lucertole è nota anco a' ragazzi. E come, quanto avviene della vite non ha luogo o in parte o del tutto per altri vegetali, similmente quanto si ottenga da una specie di lombrici non si consegue in parte o in tutto per altre specie di lombrici, o per diversi animali. Anzi per quant' io mi sappia, questa forza di **riproduzione** pare più intensa quanto più gli esseri sono, per forma di dire, semplici, ossia di men complicato organamento. Si estende nondimanco sino al più perfetto, ch'è l'uomo. Fra l'altre prove a rifermarlo, basti memorare l'italiano Gaspare TAGLIACOZZI (1), anatomico celebre nel rifare, non che le labbra ed orecchie (2), quel rispettabile organo dell'umana faccia, ch'è il naso.

78. La **forza vegetativa** è quella adunque a tutti gli esseri organici comune, per la quale ogni individuo si conforma e perfeziona e moltiplica secondo l' *individualità* della natura sua; è in tutti completa ed a tutti competente. La **riproduttiva,** ch'è in certo modo ulterior grado di **forza vegetativa,** è dissimile nelle dissimili specie di esseri, le quali ne sono in diversa misura fornite. Misura estesissima in molti de' vegetabili, dei quali s'occupa la coltivazione. Per questa forza il bosco ceduo riproduce suoi cespi onde s' hanno periodici prodotti da periodici tagli: lo stesso fieno il guaime, lo strame di palude derivano dall' erbe le cui perenni radici si completano di nuovi fusti: i rami, le foglie, quali tolgonsi alle piante colle faccende del potare e sfogliare, per questa forza di nuovi rami e nuove foglie si surrogano. Ed avverta l'agronomo, ciò accadere delle foglie ancorchè sieno staccate anzi tempo di lor naturale caduta, onde poi quelle piante, ad esempio, abbiano così, doppia fogliazione in un anno, mentre per la **forza vegetativa** n'avrebbero una sola: e questa **forza riproduttiva** d'ordinario pe' fiori e pe' frutti non posseggano. **Forza** così mirabile nelle piante da produr rami ov'erano radici e radici ove rami: ch'è specie di capovolgere, per mia stima nell'animale natura inadempibile. **Forza** qual'è inoltre da non confondere; come ho detto colla **generativa.** Conciossiacchè dalla Natura, sì bene, copiosamente si adoperi alla moltiplicazione degli esseri, ma qual mezzo indiretto e incompleto a fronte di quello della **generazione** come al § 95 è da rinsegnare.

79. **Forza dinamica.** Nè i corpi viventi hanno soltanto quella proprietà **vegetativa** sopra dichiarata: posseggono ancora la proprietà di essere, come dissero alcuni *impressionabili,* altri *stimolabili,* altri *contrattili.* La quale, per generale consentimento, oggidì è detta **eccitabilità.** L'ef-

---

(1) Nato in Bologna nel 1546. V. CURZIO SPRENGEL, Storia prammatica della medicina, Tom. III, pag. 115. Firenze 1841.

(2) La sua opera fu ristampata col titolo *Chirurgia nova de narium aurium labiorumque defectu per insitionem cutis ex humero, arte hactenus omnibus ignota sarciendo.* Francoforte 1598.

fetto suo generale è così diversissimo da quello della forza plastica « com'è « il commovimento di una fibra e di un vaso dal materiale impasto pel « quale quel vaso e quella fibra sono quel che sono: comechè fra l'uno e « l'altro atto regnino necessarie attenenze dalle quali nasce l'unità o l'**in-** « **dividualità della vita** (1). » Per questa forza: 1.° i varii tessuti del corpo vivente, per diversi modi agli oggetti esterni onde son tocchi rispondono; 2.° i tessuti medesimi, a seconda del grado degli stimoli di varia natura, con maggiore o minore energia reagiscono; 3.° per l'azione degli stimoli l'**eccitabilità** o forza dinamica produce i suoi effetti: ma se quell'azione sia incessantemente ripetuta, l'**eccitabilità** diminuisce, e quelli per dato tempo cessando, di nuovo invigorisce.

80. Conseguentemente alla **forza dinamica**, sarebbe a dire della **sensitiva**, e in appresso, come risultato di tutte le accennate manifestazioni della **forza vitale,** di quella forse più di tutte mirabile ch'è la **generativa;** ma dell'una e dell'altra meglio più sotto è da favellare.

Distinzioni fra piante e animali.

81. Per quanto è detto, gli esseri organizzati:

1.° Si compongono di aggregati di molecole, non fra loro combinate in composizioni invariabili;

2.° Hanno facoltà su diversi corpi esterni di decomporli ed appropriarsene gli elementi, loro convenevoli;

3.° Nascono, si sviluppano, crescono, moltiplicano, e si diminuiscono fino a cessare d'esistere, dopo termini ad ogni individuo speciali;

4.° I proprii tessuti incessantemente modificano e riformano;

5.° Ingenerano molecole di sostanza propria, atte a staccarsi da loro, onde nuovi e somiglianti individui hanno vita.

82. Tutto il creato si distinguerebbe adunque per due grandi divisioni:

I. MATERIA INORGANICA.

II. CORPI ORGANICI.

Ma i corpi organici suddividonsi inoltre in piante e animali; e quindi la generale divisione *completa* sarebbe ne' tre regni:

1.° Regno Minerale

2.° Regno Vegetale

3.° Regno Animale.

83. Ho detto *divisione completa*, ma questo aggiunto è poi *completamente* adequato? Che dovrà dirsi del **quarto regno** da taluni proposto per comprendere i corpi che per avventura la scienza non può giudicare se al vegetale o all'animale pertengano? Alcun tempo addietro il **corallo** era considerato per **minerale.** Se l'erano assegnato i geologi, cui lo disputarono i botanici, onde, e per esempio, dal TOURNEFORT il **corallo** si ri-

(1) Prime Linee di Fisiologia e di Patologia vegetale, lette il 21 aprile 1844 dal professore M. MEDICI. V. Memorie della SOCIETÀ AGRARIA di Bologna. V. 2, p. 291.

guardò come **pianta:** infine i zoologi gli hanno rivendicato il suo grado di **animale.**

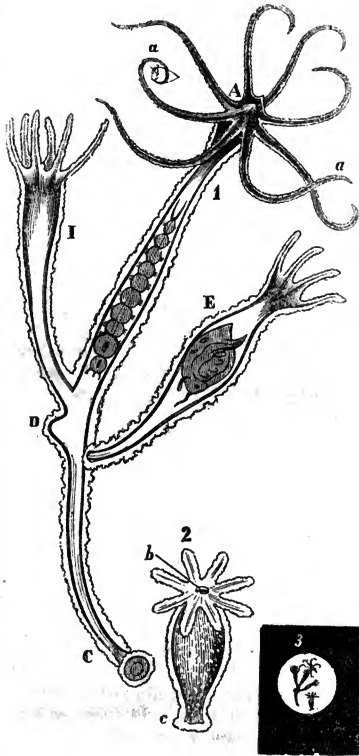
Fig. 9.a

È facile rilevare, in ispecie nel pezzetto separato, nella fig. 9, ben distinti quegli organi, i quali sembravan pur fiori, e poi dal PEYSSONNET si riconobbero per veri animalucci. E sarebbero oltre modo dilettevoli l'osservazioni fatte dagl' italiani naturalisti, dal MARSIGLI dallo SPALLANZANI e varii altri, se non fosse al nostro subietto impertinente l'intrattenersi di questo polipo, condannato come le piante a vivere aderente al suo posto; d'onde attinge nell'acqua ambiente i corpuscoli di cui si nutre.

Ma vi sono eglino esseri la cui semplicità d'organizzazione non dia indizii bastevoli a riconoscere se animali sieno o piante? Cotali esseri misti, o intermedii, secondochè alcuni li credono, nella famiglia delle Artrodiee sarebbero divisi in quattro tribù: le *Fragillarie*, le *Oscillarie*, le *Coniugate* e le *Zoocarpee*. Non interessando granfatto questi esseri l'arte del coltivare, e rimettendo al V e VI Libro quanto intorno ai medesimi sarà proficuo rinsegnare, vogliasi riflettere unicamente, non essere così di leggieri da creare cotesto quarto reame, per l'incompetente ragione che l'umana perspicacia non seppe ancora appieno penetrare il segreto della Natura.

84. **Differenze tra il regno animale e il vegetale.** Quel nuovo quarto regno stabilirebbe di certa guisa, che fra la serie delle piante e quella degli animali non sia limite ben prefinito. Imperciocchè desso comprenderebbe esseri partecipanti d'ambedue le nature, ovvero capaci di assumere ora l'una ora l'altra, come i citati *vermini-piante* e *piante-mosche* del NEEDHAM (§ 42). Per verità la questione è gravissima inquantochè la piupparte delle proprietà degli animali, hannole i vegetali eziandio: non però quelle ch'io vorrei si appellassero **facoltà,** secondo me assai diverse da quanto ponno essere capacità o attitudine. Ponghansi di confronto due esseri, uno dell'infima classe animalesca, l'altro de' più notevoli, rispetto a funzioni vitali, nel regno vegetabile. Il primo sia il celebre polipo d'acqua dolce, l'IDRA del LINNEO *(Hydra viridis et grisea)*. Lo si vegga in A C rappresentato dalla fig. 10. Gli è ben minima di spesso la sua grandezza, e appena aggiugne quella segnata dal N. 3. È un semplice tubo (N. 1) gelatinoso e granulare che assottiglia digradando dall' estremità superiore A alla punta C inferiore. La bocca è sempre quel tubo, più dilatato però, guernito di molti tentacoli, da 6 a 13, disposti a raggi, e di sostanza analoga al corpo. La coda è pure l'estremo del tubo dilatato in apofisi o appendice C per meglio fissarsi. Tutto

il corpo serve da stomaco, e quando ha preso l'alimento si contrae nella forma indicata N. 2, quale assume anche se si tocchi; mentre si distende nella forma del N. 1, quando cerca la preda. Passa da un luogo all'altro attaccandosi ora coll'estremità inferiore, ora colla superiore, e stupendamente galleggia e guizza per l'acqua. Finora il microscopio non ha potuto rinvenirvi nè organi di masticazione, nè respiratorii, nè nervi. Si ciba di minimi crostacei, vermi o larve, che ove possa agguantare, cinge con que' tentacoli e verso la bocca sospinge. Si moltiplica, come se fosse pianta, per talee, ingrossando prima nella guisa del rigonfiamento D, d'onde spunta nuovo polipo quale sarebbe E, sporgendo la testa co' suoi tentacoli e nutrendosi, appena sviluppato, come fa il ramo principale. E il novello animaluccio di poi se ne distacca, ma finchè vi sta riunito, se l'uno di essi si tocchi, tutti contraggonsi, come se la sensazione sia appieno comune.

Fig. 10.a

85. Per la seguente fig. 11ª è da vedere la Dionea *muscipula*, cioè *pigliamosche*. Graziosissimo vegetale, non vuol noie da insetti seccatori: e le mosche, vero tipo d'importunità e d'insolenza, se s'attentino di noiarlo, colle foglie accalappia e strangola per tutta la parte ghermita. Più le sgraziate si dibattono fra quegli artigli, più stringonsele addosso, finchè cessata la vita, si riaprono e ributtano la vittima fatta cadavere.

86. L'Idra adunque piglia la sua preda, e la Dionea i suoi nemici. Cotali esseri amendue danno segnali evidenti di vitale virtù, e se la Dionea,

per le sue forme non fosse così evidentemente una pianta, forse qualche zoologo l'avrebbe nel suo albo compresa. Una differenza nella loro abilità cacciatrice starebbe nel possedere l'IDRA la **facoltà** di ritenere o non ritenere la preda, e la DIONEA possederebbe unicamente quella forza dinamica, ossia **eccitabilità** nelle sue foglie, onde irritate dal contatto del corpo estraneo, per quel modo si contraggono, e contraendosi l'animaluccio cogl'interni pungoli uccidono. E si argomenta dal fatto. Conciossiachè se la mosca posi sul rovescio del lobo delle foglie, queste non si contraggono. Inoltre se si tocchino con qualsiasi pezzetto di materia, anche inorganica, la contrazione ha luogo similmente. Per converso l'IDRA non solo appena la preda tocchi un tentacolo, ora con un solo l'avvolge, come chiarisce la figura 9.ª in *a*. ora cogli altri tentacoli s'aiuta per accostarla alla bocca; ma quando sieno piccoli pezzetti di carne pure li agguanta, perchè se ne ciba, e rifiuta col rigurgito quanto per l'alimentazione sua sia inadatto. Quel guizzare a suo grado per l'acqua, e il fissare ove le piaccia, e lo starsi concentrata, distendendosi solo quando ha fame, sono ben distintivi notevoli più della pura **irritabilità** della *piglia-mosche*. E nondimeno cotesto polipo si può tagliare in pezzi, e il PRITCHARD lo tagliò quasi interamente pel lungo, separando in due parti la testa con porzione de' bracci. In cinque o sei giorni i due pezzi s'erano *completati*, e due nuove idre rifatte: con questo che recavano ciascuna dieci *tentacoli*, mentre il primitivo non aveane più di sette. Il TREMBLEY n'avea fatto d'alcune molti pezzetti, i quali tutti si *completarono* in altrettanti nuovi individui: e di più, scelti quelli delle specie più grandi, ne rovesciò come farebbesi d'un guanto, e con indicibile disinvoltura proseguirono a vivere.

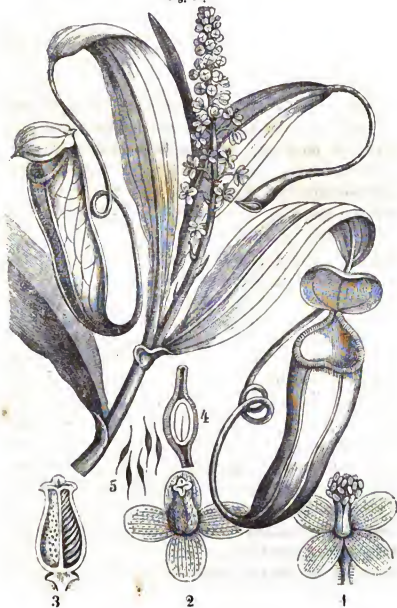
Fig. 11.ª

Dionea pigliamosche
(*Dionœa muscipula* L.)

87. Conoscendo ora così per minuto cotali esseri, più agevolmente rilevasi quanto abbiano gli animali e le piante di speciale e comune.

88. La **differenza de' tre regni** egregiamente prefinita da LINNEO, purchè si paragoni un *cristallo di roccia* a un *albero*, ed un *albero* ad un *uomo*, quando si contempli la Natura organica nell'infinite specie degli esseri, non è così facilmente tracciata; conciossiachè vi sono alcune specie di *polipi*, come l'IDRA descritta, la cui struttura è forse inferiore per complicatezza di organi a specie vegetali come ad esempio la DIONEA mentovata. La **forza vegetativa** (§ 76) è comune ad ambedue i regni, e lo

è pure la **forza dinamica** (§ 79) o di **eccitabilità.** Questa però nelle piante è molto meno generale e meno energica, benchè certo non si possa loro negare. Sono evidentissimi i moti della Vallisneria *(Vallisneria spiralis)*, i cui fiori al tempo della fecondazione si elevano dal fondo dell'acqua per accoppiarsi alla superficie: della mimosa *(Mimosa pudica)*: dell'ossalide *(Oxalis sensitiva)*: della citata dionea *piglia-mosche:* dell'edisaro bengalense *(Hedysarum girans)*, l'agitazione delle cui foglie è singolarissima nel momento della fecondazione: della nepente indica *(nepenthes distillatoria)* pianta così vaga ed elegante, la quale come rappresenta la fig. 12ª tiene sempre rivolta al cielo una specie d'ampolla, ch'è ripiena di limpida e dolce acqua onde l'assetato viandante ha ristoro. Di altre sarà più

Fig. 12.a

(Nepenthes distillatoria. L.)

1. Fiore maschio. 2. Fiore femmineo. 3. Sezione verticale della cassula matura. 4. Sezione verticale di un seme molto ingrandito. 5 Semi.

completa rassegna nel V Libro, dove apparirà non tanto esatta l'opinione

del RICHARD che *dans les végétaux toutes les fibres sont en quelque sorte inertes et impassibles*, (1) lo che già si pare dalla descritta *muscipula* dismentito.

89. Nemmanco la distinzione, rispetto alla preliminare digestione in una cavità, unicamente speciale agli animali, è precisa: perciocchè questo vero stomaco centrale non esiste in tutti, se pure, appunto come nelle piante, non sia tutto stomaco l'intero corpo di molti. Ce ne avverte la struttura della stessa IDRA di cui il PRITCHARD (2) dice: « *toute* sa surface intérieure lui sert « d'*estomac* ou d'organe digestif. Lorsque les aliments se composent de petits « fragments, et que les fluides nutritifs sont en abbondance, on les voit se « mouvoir le long des membres et du corps par les contractions et les dila- « tations de l'animal; la contraction est semblable au mouvement péristal- « tique qui a lieux dans les animaux pourvus d'une cavité digestive séparée. « Il n'est donc pas nécessaire au polype d'avoir un systéme circulaire ou « rayonnant pour porter la portion nutritive des aliments aux différentes par- « ties de son corps, chacune de ces parties travaillant pour elle-même. »

90. Piuttosto è da scruttinare, ma sempre parlando generalmente, cioè pel più gran numero di esseri d'ambo i regni:

1.° la diversa natura degli **alimenti**, le sostanze di cui gli animali si nutrono essendo costantemente organiche, sieno poi vegetali o animali: laddove le piante si nutrono di sostanze inorganiche, servendo loro le organiche soltanto quando perfettamente scomposte ne' loro inorganici elementi. Dico generalmente parlando, conciossiachè si può egli asserire che piante viventi di altre piante, si nutrano d'inorganica sostanza? Senza parlare delle minutissime, per ciò dette microscopiche, quanti *muschi*, quanti *funghi* non radicano nella scorza di altre piante, e vi penetrano ov'è realmente vital succo che circoli? Oh! e *muschi* e *funghi*, s'obbietta, non vi ricercano che appoggio, e morta materia della scorza che rinovellando, scomponesi. Ma vi son pure tali muschi e funghi de' quali, cessando la vita della pianta in cui radicano, cessa pure lo sviluppo. Notevole inoltre è la *cuscuta*, raffigurata nella fig. 13ª il cui ferale amplesso la preziosa *medica* uccide: e ne riporto il disegno perchè più innanzi dovrò valermene. No, quella medica, deplorabile pastura della *cuscuta*, non è sostanza morta allorchè n'è invasa e costretta a nutrirla. Chi coltiva quel-

Fig. 13.a

Cuscuta minor vivente su d'una pianta di *medicago sativa*.
1. Fiore perfetto. 2. Corolla tagliata ed aperta. 3. Ovario col calice. 4. Embrione.
Volg. *grongo*, *tarpina*, *linarola*, ec.

(1) ACH. RICHARD, Nouveaux Elem. de Botanique. Brux. 1837. Introd. p. VII.
(2) Galerie microscopique ec. loc. cit. pag. 66.

l'eccellente foraggio non potrà dismentirlo. Ma chi coltiva pensi ancora che ho generalmente ammesso nutrirsi le piante d'alimenti inorganici. Lo che significa avvertimento importantissimo: cioè la prosperità e moltiplicazione delle piante parassite dannose, dipendere dallo stato non perfettamente **sano** di quelle, di cui suggono e spengono la vita: ed ogni esperto agronomo sa che i muschi d'un albero, meglio che con istropicciamento svellendoli, l'albero stesso a dovere coltivando, si ponno sperperare.

2.° il **movimento spontaneo;** cioè di traslazione da luogo a luogo per effetto di volontà, benchè alcuni animali ne sembrino affatto privi: il movimento infatti de' coralli (§ 83) è nullo, o non diverso da quello delle *orchidee*, ossia non è vera traslazione da luogo a luogo nè dell'uno nè dell'altro corpo.

3.° il **crescimento;** nelle piante succede per *giustaposizione*, come dicono alcuni, il loro sviluppo avvenendo per allungamento delle stremità, ed esteriore estendimento, mentre si vorrebbe negli animali avvenire piuttosto dall'interno all'esterno. L'accrescimento del polipo idra sovradescritto, ha pur luogo per *intussuscezione*, benchè la moltiplicazione anco s'adempia per ramificazione. Tali polipi sono specie di borse, quali ponno rovesciarsi senza che si muoiano: però mentre prima nutrivansi dall'interna superficie la quale pel forzato rovesciamento diviene l'esterna, questa di poi fa le veci di quella e torna quindi in vigore l'*intussuscezione*.

4.° **respirazione;** nelle piante, si eseguirebbe pigliandosi esse il carbonico dal gas acido carbonico e restituendo l'ossigeno: inversamente gli animali assorbendo l'ossigeno ed esalando acido carbonico. Oltrecchè resta a sapere cos'avvenga dell'azoto il quale entra pure per 780 parti in mille d'aria atmosferica (§ 71), nelle ore notturne, o meglio dove non è luce, le piante imiterebbero la respirazione degli animali, versando acido carbonico ed inalando ossigeno.

5.° **generazione;** nelle piante, come più innanzi è da vedere, sono individui maschi o femmine, ed altri dotati d'organi maschili e femminei, lo che, più di rado, si nota pure in alcune specie d'animali. La materia fecondante in questi sarebbe liquida, in quelli invece sotto forma di lievissima polvere. Del che mi pare impossibile l'accertarsi, quando si rifletta alla minimezza di volume, ed immensità di numero delle specie dell'uno e dell'altro regno, soltanto mercè del microscopio, visibili.

6.° **centro di vita;** le funzioni degli animali voglionsi collegate ad un centro che al loro esercizio presieda, onde gli animali insomma formino un tutto indivisibile. L'esempio recato dell'Idra pressochè polverizzata dal Trembley, dispensa dal citarne altri di lombrici, ec. il cui centro di vita può dirsi per verità diffuso quanto nelle piante possa essere.

7.° **sensitiva.** In lingua italiana questo vocabolo, pienamente surrogando quelli di *sensitività*, *sensibilità* ec. erronei od equivoci, risponde al significato di *facoltà de' sensi*, e facoltà di *comprendere per mezzo de' sensi*. Dico adunque fornito di **sensitiva** l'ente capace di riportare alcuna sensazione per quanto vogliasi minima. La mentovata Idra la quale appena toccata si contrae in se stessa, concentrandosi eseguisce quel movimento per facoltà di **sensitiva;** se sia toccata invece dalla preda che agogna, si con-

trae solo quando l'ha ghermita ed introdotta nel corpo. La DIONEA qualunque sia il corpo che tocchi que' suoi lobi, li chiude per effetto dell'**irritabilità** dei medesimi. Se l'uomo avesse trovato per le sue orecchie un ingegno, quale ha rinvenuto nel microscopio pe' suoi occhi, forse molti animali da esso stimati per muti, con qualche minimo rumore il renderebbero meglio avvertito della loro **sensitiva.** Ma i moti stessi de' minimi animalucci, diligentemente perscrutati, danno a divedere quando da facoltà di sentire, ovvero d'essere eccitati, provengano. Nè ora parlerò de' diversi gradi del **sentire,** che nelle più elevate classi degli animali fannosi pronunciatissimi, sino a quello maggiore tanto sovra gli altri, di cui è fornito il primo di tutti ch'è l'uomo. Si noterà solo essere la **sensitiva** la più generale funzione o facoltà che dir si voglia, onde gli animali dalle piante si rendono distinti, benchè però in alcune infime classi zoologiche sia difficilmente apprezzabile.

91. Senz'oltre proseguire è presto conchiuso della difficoltà estrema di tracciare i punti di vera separazione tra i due organici regni della Natura. Crederei che col MILNE-EDWARDS si possa dire: les ANIMAUX *sont des corps qui se nourrissent, se reproduisent, sentent et se meuvent* (1), ma quel *sentire* inteso senza distinzione tra eccitabilità e sensitiva, e più poi quel *muoversi*, a troppo numero d'animali sono interdetti o almeno limitati a quel grado in cui verificasi per alcune specie di piante. Perchè l'agronomo possa agevolmente distinguere se un corpo è animale, o non è, dovrà starsi contento di scoprirvi l'una delle due **facoltà** o la *sensitiva* o quella di *mozione*; anco l'esistenza della bocca o foro qualunque, con cui veggasi mercè l'*apprensione* riportare materie nell'interno del corpo che si esamina, sarà nella più dei casi sufficiente indizio per escluderlo dal novero de' vegetabili. Che se il DUJARDIN ha preteso di trovare sulla *Musca stabulans* del FALLEN un *Hypopus* nelle condizioni dell'*acarus muscarum* del DEGEAR, *et c'est sur cet acarus long 27 centièmes de millimètre qu'il a pu constater l'absence de bouche et d'intestin* (2), oltrecchè questo fatto riguarderebbe a classi di esseri la cui particolare struttura non ha uopo il coltivatore di minutamente indagare, è di poi da altri naturalisti, se non appieno reietto, assai controvertibile, addimostrato.

Diffusione degli esseri organici.

92. **Esseri organici innumerevoli.** Nelle opere botaniche di TEOFRASTO è fatto menzione di circa quattrocento piante: oggigiorno oltrepassano il numero di centomila: ma le pianticelle visibili soltanto col microscopio sono in tal numero, che probabilmente ognuna delle centomila e più sovradette specie conosciute e visibili ad occhio nudo, ha la sua parassita, senza parlare di quelle viventi a spese di esseri animali.

Nel regno animale si conoscono oltre a quattromila specie d'uccelli: ottomila di pesci: quelle degli insetti secondo BURMEISTER oltrepassano le

(1) Cours élémentaire d'Histoire naturelle. ZOOLOGIE par MILNE-EDWARDS. Paris, p. 12.
(2) Compt. R. de l'Ac. des Sciences 4 fevrier 1850.

ottantamila. Non è a dire il numero dell'altre, dei crostacei, dei miriapodi, degli aracnidi. I molluschi uniti ai zoofiti raggiungono in numero gl'insetti. E quanto più si studia e si osserva, tanto maggior numero ogni dì se ne discopre. Pur troppo l'agricoltura ha poi spesse volte funeste dimostrazioni dello spaventevole numero d'individui per ogni specie. Nell'*Andaora*, nell'Algeria, intere tribù furono costrette a marciare nel giugno 1850, avendo a capo il tenente de' Zuavi, Beaupretre, in estese linee, comprese donne, vecchi e fanciulli, per incalzare le cavallette verso un luogo ov'eransi fatti grandi mucchi col fieno del Sahara detto *halfa*. Operata quella concentrazione si dava fuoco a quei mucchi, e così le cavallette in massa si abbrustolavano. Ma convenne durare quella caccia per tre mesi, a capo de' quali si ottenne però la soddisfazione di liberarsene affatto, mentre fra *Boghar* e *Kef-el-Akdhar*, la distruzione de' cereali fu il premio della stolta negghienza delle altre tribù!

93. Il numero veramente enorme è quello degli insetti detti microscopici; e se il novero delle loro specie appare minore, almeno per quanto si conosce, di quello degli insetti comuni, in ogni specie il loro numero è tale da non potersi con cifre aritmetiche significare. Più volte ho esaminato col microscopio alcun pizzico di tripoli di *Santa Fiora*: esso non è altro che piccolissimi gusci e scheletri di mille forme, di migliaia di specie di strapiccolissimi animalucci. L'Ehrenberg ha trovato interi banchi di creta, nella quale sotto il piccolo volume di un millimetro cubo, si contengono avanzi e scheletri di tre milioni di animaletti appartenenti a 57 specie diverse, identici alle specie viventi. E queste considera esistere in cotal prodigioso numero da formare porzione notevole della crosta terrestre ed esercitare sulla medesima una sensibile influenza.

Chi non ignora le scoperte de' naturalisti, di tante specie di pianticelle viventi a carico d'altre piante, e di tanti animalucci viventi sopra ed a carico d'ogni specie di vegetabili, e conosce per citarne alcuni, p. e. gli *infusorii* viventi nello stomaco delle *ostriche*, le truppe di *filarie* quali trovansi in diverse specie d'animali, non può dubitare che non solo la Terra è coperta di esseri viventi, ma ogni vivente è come la Terra sostegno e pascolo di incredibile numero d'altri viventi.

94. Tutta la crosta terrestre ove non è acqua o nudo sasso, e prettissima roccia, è coperta di uno strato più o meno profondo di terreno quale dicesi vegetale. Dopo il succedersi d'infinite generazioni d'infinito numero di esseri, questa vegetale crosta può veramente dirsi universale cimitero di piante e animali. Ma perchè ogni sostanza organica è vera esca a nuovi esseri, perciocchè *ubi esca ibi animal*, si può tenere la terrestre superficie siccome ovunque coperta d'animali o di piante, e quindi di germi, semenze o particelle atte a riprodursi. Lo stesso Ehrenberg calcola che gli animali microscopici, i cui avanzi sono di certa guisa la materia principale onde compongonsi le roccie in ispecie di creta bianca, sono così abbondanti da riempiere in numero incalcolabile i mari d'Europa e delle coste tropicali dell'America.

95. **Generazione.** Distinguono i naturalisti questa funzione per tre diversi modi ne' quali s'adempie:

1.° **Generazione scissipara.** Un ramoscello di *salice* o di *vite*, piantato riproduce un perfetto salice e una perfetta vite: un' *idra* un *lombrice* ed altri animali sprovvisti di vasi o nervi distinti, mediante spontanea, e alcuna volta artificiale divisione del loro corpo in due o più parti, s'addoppiano e triplicano di certa guisa; cioè ciascuna delle parti si *completa* in un individuo simile a quello cui apparteneva. Il qual modo di moltiplicazione, anzichè **generazione** vera, ho già detto dipendere (§ 77 e 78) dalla **forza riproduttiva**, quando quella divisione non sia *spontanea*, ma accidentale o artificiale.

2.° **Generazione gemmipara.** Pressochè tutte le piante da gemme o bottoni sviluppano individui loro simiglianti: e veramente quella generazione **scissipara**, se i pezzi o parti dell' individuo non siano provvisti di gemme o di rudimenti delle medesime, non può avere alcun effetto; inoltre è d'uopo che l' individuo sviluppatosi da una gemma, compiute le forme del generatore, se ne stacchi per vivere un' esistenza al medesimo simigliante; altrimenti sarebbe crescimento di quello e non vera moltiplicazione.

3.° **Generazione germipara.** Questa ha luogo negli esseri più perfetti i quali producono germi, uova, o semi, atti a crescere e svilupparsi come gli esseri da cui si producono.

96. Sono gli animali e le piante, dotati di tutte queste specie di moltiplicazione, oppure ve n' ha alcuno di questi tre modi a tutti gli esseri organici comune? Codeste ricerche saranno indagate nel V. e VI. Libro: l'agronomo a questo riguardi intanto, che in generale volendo liberarsi da qualche pianta o insetto nocivo, è d'uopo conosca accuratamente il loro modo di moltiplicare, altrimenti l'opera sua potrà spesso non avere riuscimento.

97. **Generazione spontanea.** In un campo il **frumento** erbeggiante, che dico un campo? in estesi poderi, e intere provincie, a certi anni viene distrutto, pressochè pianta per pianta. Come mai ponno ad un tempo essere nati quasi altrettanti **bigatti** quante vi sono pianticelle di grano? È dunque la terra, o l'umido, o l'aria che gli ha prodotti tutti in un istante a disperazione del coltivatore? Ora, se questo coltivatore sia alquanto attento nell'osservare la Natura, vedrà prima nel terreno delle piccole larve, quali la fig. 14.ª addimostra, e sono di colore del tabacco. Già il contadino le ha guatate, ma dopo alquanti giorni ne vede di più grandi e di colore chiaro pel corpo, in fuori del capo, e dice al possidente — è scomparsa quella prima razza di *vermini*, ma n'è nata un' altra (vedi fig. 15.ª) Il frumento è mangiato: addio speranze, conviene surrogare in que' campi, in que' fondi, in quelle provincie qualche coltivazione o di grano turco o di altro, sempre con discapito, perchè di prodotto per ogni rispetto, e di molto, inferiore a quello del frumento sperperato. Alcune volte passano anni, ma non molti, e si torna a godere nuove visite odiatissime di que' celebri ver-

Fig. 14.ª

Fig. 15.ª

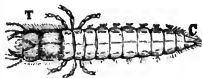
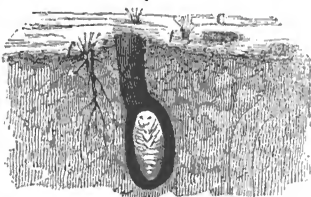
T C

miciuoli. Dunque di nuovo l'aria, l'umido, o il terreno gli hanno ingenerati, perciocchè non si sa che possa essere accaduto di que' degli anni precedenti. L'agronomo osservatore che sa quei vermini non essere vermi, ma larve, le quali, a foggia del baco da seta, dopo quello stato si fanno insetti completi, rileva che la larva della fig. 14.ª, crescendo divenne la larva della fig. 15ª, poi si è accovacciata, come indica la fig. 16.ª, entro il campo in un bel nicchio terreo ove, come il filugello nel bozzolo, ha assunte le forme di crisalide. L'attento campaiuolo vedrà que' fori C presso il frumento f nel suo *nodo vitale* rosicchiato, anzi tronco; i quali fori sono le piccole tane della voracissima larva che fatta crisalide, assumendo le forme di compiuto insetto, si tramuta nello

Fig. 16.ª

Fig. 17.ª

Zabro fig. 17.ª E questo è distinto per maschi e femmine, i quali s'accoppiano, e gran copia d'ovuncoli producono e lasciano nella superficie da prima devastata in istato di larva: i quali ovuncoli si conservano anco quando l'aratro rivolgendo il terreno li sotterri a profondità, dove non sono condizioni opportune al loro sviluppo: condizioni che poi trovano per nuovi lavori, essendone a più confacevole profondità riportati.

98. L'attento agricoltore osservi inoltre, ciò che osservai io medesimo e così divulgai per le stampe. In quest'anno, io dicea, sonosi pasciuti e vannosi egregiamente pascendo questi esseri ghiottissimi del pane in erba: nell'anno scorso di che viveano in questo stesso campo, dove per ragione d'avvicendamento grano non era? Di che nutrirannosi nell'anno prossimo, chè per detta ragione frumento non vi troveranno? . . . Ma ho rilevato che in un mio piccolo podere si manifestano sempre in due soli campi del medesimo, in un altro in una sola tal parte del fondo: ho grave dubbio in somma ch'essi abbiano durevole stanza nelle località ove compiono a perfezione loro stadii di vita, finchè qualche influenza atmosferica, o altra occulta causa non valga a farne totale eccidio. Ora le osservazioni fatte dell'orzo specialmente, coltivato in avvicendamento col grano, orzo che ho veduto assalito e rosicchiato dalle infeste larve, mi convincono essere unica difesa dai zabri, unica guerra possibile quella ch' e' fanno a noi medesimi, voglio dire, guerra di fame, privandoli d'alimento. Lo che sarà da ottenere ne' terreni soggetti a danni veramente gravi, coltivandoli per alcun anno di seguito, ove più fertili, colla canapa, ove mediocri, con leguminose o crocifere, ma sotto condizione, si badi, ed ineluttabile, di mantenere in cotali anni, coll'arroncare, perfettamente svelta e sradicata ogni graminacea. Io dicea pure e così avvenga! (1) e così avvenne, ed avverrà a tutti i quali si per-

(1) V. Felsineo Anno III, pag. 357 e più avanti pag. 371.

suadano che dalla terra o dal cielo non s'ingenerano essi, bensì moltiplicano e s'ingenerano da loro simili.

99. A mo' d'esempio, se si pon mente dice il Prof. LESSONA (nelle sue osservazioni sulla risposta al quesito della sezione Agronomica nel congresso VIII. degli scienziati in Genova.) sulla **Putridità** e sul **Distoma delle Pecore**, se si pon mente che il *distoma* si sviluppa « ne' condotti della bile « degli animali erbivori ruminanti principalmente, come anche in quelli « dell'uomo, del cervo, del lepre ec. per effetto di morbose predisposizioni « nell'economia vitale, o per un'alterazione tutta particolare del fluido biliare, « e che non trovasi mai fuorchè nel fegato, nella vescichetta del fiele o « negl' intestini, ov'è recato dal condotto biliare, si è disposti a credere « ch'esso si generi spontaneamente per effetto delle indicate morbose dis-« posizioni ed alterazione, e nasca e viva e si riproduca nel fegato o nel-« l'apparecchio della bile. » Ma quando esso afferma essersi scoperti vermi intestinali in *feti nati di recente*; e il FROMANN trovò fasciole nel fegato non solo in agnelli appena, ma in uccelli di nido; quando si ammette che cotali fasciole sono provvedute di ovidutti quali sono indicati da un « fa-« scetto di vasi e di tubi di colore giallo o bruno che si trovano un po' « più sotto dell'apertura posteriore o ventrale e sono conseguentemente ovi-« pari; e le grandi fasciole presentano talvolta uova interamente sviluppate » finchè non si è dimostrato che quegli agnelli ed uccelli appena nati aveano già contratta un'alterazione morbosa al fegato, e che quella conformazione di ovipari è una specie di *superfluità* della natura, anzichè decidere da ciò che le fasciole sono generate dal morbo, non par egli più prudente il considerare questi vermi procedenti da vera generazione? Probabilmente esistono in molti esseri in istato normale, in quantità innocua: ma dalla eccessiva loro moltiplicazione producesi l'alterazione di quei visceri, oppure da questa è favorito l'eccessivo loro sviluppamento?

Prendete un pezzo di fegato di animale sanissimo, non di rado il microscopio disvelerà nel medesimo de' piccoli ovuncoli: potete voi dire se rimanendo a vivere, e sano, quell'animale si sarebbero sviluppati quegli ovuncoli? ovvero se solo avrebbero potuto svilupparsi quando quel fegato per morbosa causa si fosse alterato? Nè da questo subbietto so dipartirmi senza riferire quelle conchiusioni intorno alla *fasciola epatica* proferite dal MAGNE: « 1.° *les douves « peuvent exister* dans le foie sans s'y *reproduire*, sans occasioner la pourri-« ture; 2.° la disposition à produire ces entozoaires n'est pas hereditaire; « 3.° la maladie cesse de faire des progrés lorsque les animaux passent « d'un pays malsain dans une contrée salubre, cessent l'usage des plantes « fades aqueuses pour se nourrir de sapides et nutritives (1). Anzi il chiarissimo SAMBUY constatava al Congresso di Genova (16 settembre 1846) la *cachessia acquosa* delle pecore derivare dall'inavvertenza di farle pascolare sui prati dopo pioggie dirotte, che spruzzano di melma gli steli dell'erbe.

100. Ma la diffusione degl'insetti che appaiono in taluni anni o sopra tutte le foglie della vite, o sopra tutti i germogli degli alberi fruttiferi, ov-

---

(1) Compt. Rend. de l'Ac. des Sciences, 24 decembre 1849

vero corrodono tutte le foglie degli olmi, possibile che avvenga per isviluppo di ovuncoli loro, quali dovrebbero essere a migliaia di migliaia? Tuttavolta se migliaia di migliaia sono gl'insetti, siccom'è pur evidente e innegabile il fatto che una farfalla sola del filugello partorisce mezzo migliaio d'ovuncoli, chi può dubitare che migliaia e milioni di germi non provengano da migliaia e milioni d'insetti (1)? Se non fosse da rimettere altrove gli argomenti acconci a dimostrare come si possa non di rado sperperare le razze di non poche specie nocive, si farebbe ancor meglio avvertito l'agronomo di non prestar troppa fede alla **generazione spontanea.** Anche lasciandone intatta la quistione, pur la massima si adotti: essere in agricoltura pernicioso l'ammetterla anzichè rifiutarla, e quando coi mezzi possibili il coltivatore vegli a dare la caccia ai nocivi esseri, ben di rado, ove il faccia con debita cura e perspicacia, fallirà di sperderne o d'assai minorarne la moltiplicazione. Ma soggiungo altre prove.

101. La **Generazione spontanea** è così contraria alla sapienza della natura, e così combattuta da valentissimi cultori delle scienze naturali, da sorprendere il celebre micologo MONTAGNE, che ancora possano esservi naturalisti i quali ne accarrezzino l'idea. Il coltivatore ponga mente all'*ibridismo* pel quale si creano da esseri della stessa specie nuovi esseri dissimili, ma partecipanti della natura degli esseri generatori. Ora gl'ibridi benchè forniti di organi riproduttori, benchè dotati di tutte le funzioni e facoltà della vita non possono nullameno perpetuare la loro specie. Dopo ciò non si rende egli tanto più malagevole, e inverosimile il supporre la creazione di esseri i quali sortano l'esistenza da materie affatto prive d'organismo e di vita?

Nella classe più infima degli esseri vegetali, ne' più minuti, sfuggiti all'osservazione dell'uomo finchè non ebbe il soccorso di più squisiti microscopi, trovasi sempre uno stadio di vegetazione ed un corredo di parti destinate alla loro moltiplicazione. Il CESATI Vincenzo (2) non dubitò di affermare « essere *ora teorema dimostrato* che anche le crittogame sono « provvedute di semi e che invadono corpi minerali, vegetali ed animali, « naturali ed artefatti per cui difficilmente saprebbesi additare una sostanza « qualsiasi che non possa divenir sede di vegetazione fungoidea. » E il VAN BENEDEN (3) combattendo le metamorfosi dal MIESCHER supposte in certi vermini intestinali, ha queste parole: *aux yeux des naturalistes observateurs il n'y a plus ni Infusoir, ni Helminthe, ni Poisson, ni Insecte qui ne provienne d'un être semblable a lui, qui ne sorte d'un oeuf, ou d'une graine, ou d'un bourgeon.* Laonde credo avere anche di opinioni abbastanza autorevoli, confortato quel consiglio ch'ho dato all'agricoltore, di rifiutare anzichè ammettere cotal generazione spontanea che è quasi negare vera generazione.

---

(1) Giuseppe AROMATARI d'Assisi in una sua lettera premessa al di lui trattato *De rabie contagiosa*, edito in Venezia nel 1625, parla della generazione delle piante affermando che tutte vengono dal seme e che ogni animale nasce da uovo: ed essere *errore gravissimo* il credere che dalla putredine possano generarsi esseri animati. V. il TIRABOSCHI. e la Storia prammatica della Medicina di Curzio SPRENGEL con app. del D. F. FRESCHI. Firenze 1842. T. IV, p. 289.

(2) Discorso di botanica letto all'Istituto Lombardo il 23 decembre 1847.

(3) Annales des sciences naturelles Janvier 1849, pag. 13.

102. **Metamorfosi.** Quando in un bel giorno d'estate riguardiamo entro a stagno di acque chiare e tranquille, si presentano in esse come alcuni veli di tessuto apparentemente formato di filamenti minutissimi. Ma disaminando alcun pezzetto di quell' intreccio mirabile col microscopio, rileviamo essere composto di cellule, e vasi formanti esili pianticelle, ed insieme vi scorgiamo piccoli aggregati di minimi animalucci vivacissimi, conosciuti sotto nome d'infusorii. Se immergiamo in acqua tiepida una piantina di *tremella nostoc*, specie di membrana verde sudicia e trasparente, che trovasi in ispecie ne' viali di giardini dopo lunghe pioggie di primavera e d'autunno, vi si veggono infiniti animaletti vispi e nuotanti, di varie forme e colori. Ora tra quelle piante e quegli animaletti non è tale differenza da impedire che le pianticelle per animaletti si scambiassero, e questi viceversa per quelle. E il VAUCHER ebbe a dubitare se il *Nostoc* appartenesse agli animali finchè il CARRADORI diligentissimo indagò le trasformazioni successive di quest'alga in *Tremella verrucosa*, in *Lichen fasciculatum*, ed in *Lichen rupestris*. Se il CARRADORI non avesse così sottilmente perscrutato la Natura, non solo la *Tremella* non si riponea tra i vegetabili, ma si sarebbe terminato per dire che nasceva pianta e moriva animale.

103. Senonchè, invece d'imitarlo, e non perdere pazienza nell'investigazione degli oggetti di Storia naturale, si è trovato maggior comodezza, nel far supposito di un altro modo di generazione da consistere nella **trasmutazione** d'uno in altro essere, sia poi da vegetale in animale o viceversa. Cotesto è **morfologismo,** fin da secoli germinato nel cervello di PITAGORA, e di nuovo da taluni creduto o voluto possibile. Fra i campestri lavoratori gli è quel tramutarsi del grano in loglio o in avena, già credenza antichissima: onde mi cadono altre mie parole in acconcio (1) quali a questi trasmutamenti a capello si confanno.

104. **Trasmutamenti ordinarii.** A forza di meditare sui prodigiosi fenomeni della natura organica, l'immaginazione dell'uomo sorpreso dalla potenza di lei tanto varia ed estesa, arriva a tal grado da distenderne i limiti forse al di fuori del vero. Una folla di fatti comprovano la facoltà nelle piante di modificare i loro organi per forza di circostanze, a segno di produr foglie ove ammiravasi la comparsa di fiori e viceversa. Senza alcun soccorso di questa scienza risuscitata, la **morfologia,** sappiamo tutti, lo sanno i più rozzi villici, lo sapevano gli antichi agricoltori, una radice destramente sollevata dal terreno senza staccarla dalla pianta, ed esposta all'aria si permuta in ramo: per l'opposito un tralcio di vite sotterrato mette radici, presentando in pari tempo la sua vegetazione di tralcio nell'estremità fuori del terreno. Le modificazioni prodotte coll'innesto sono egualmente meravigliose e notissime come quelle conseguenti dal clima, dalla coltivazione, dagl'ingrassi, dall'irrigazione. Ma il pretendere tutto abortivo, tutto mostruoso secondo la mente di parecchi orticultori inglesi, e secondo la dottrina del BERNHARDI, del S. HILAIRE e d'altri, creando una scienza la quale intende spiegare i più bei lavori dell'organismo per eccezioni, ibridismi, aborti, **me-**

(1) V. FELSINEO Anno V, pag. 211.

tamorfosi, ripugna e tende a far retrocedere le cognizioni fino al presente acquistate nelle sane investigazioni della Fisiologia. Che poi cotali **trasmutamenti** non si limitino soltanto agli organi diversi, alle varie membra dirò così del vegetale, ma si estendano a vere trasformazioni d'una pianta in un'altra, per quanto autorevoli sieno i sostenitori di tale **morfologismo,** è permesso ritenerlo, fino ad esibizione di più salde prove, ne' confini di prettissima ipotesi.

105. **Trasmutamento del frumento in avena.** In diversi campi ove i **zabri** avevano recato maggiori offese vegetava molt'avena. Come sta dunque l'affermazione del § 97, che i zabri divorano le graminacee, se lasciavano intatta quell'avena? Ciò accade per la semplice ragione che la avena è germogliata in primavera quando la larva del zabro bene nutritasi, essendo passata allo stato d'insetto completo più non può alimentarsene, o quando essa trova a sufficienza frumento che all'avena preferisce. Visitando alcuno di que' campi il mio contadino fecemi subito il *morfologico* dicendo: vedete, ecco il frumento s'è cambiato in avena. Benchè io mi sappia per lunga sperienza, non volervi meno di reali fatti per debellare qualsiasi pregiudizio nato in villico cervello, raccontai al contadino opinarsi da taluno cotali trasformazioni. — Credereste voi dunque impossibile, ripigliò il villico, quanto in questo stesso campo vedete avvenuto? — E ch'altro avvenne replicai, se non che il grano è stato qua e là rosicchiato dai vermi che non toccarono l'avena, molta della quale è nata col frumento ? — Ciò sarebbe forse vero quando si provasse che quest'avena vi fu seminata. — Alla quale insistenza del colono opposi l'osservazione d'altr'avena vegetante tra le fave del campo vicino, ove non era quindi possibile derivasse da frumento in lei trasformato: poi gliene feci trarre con bel modo di terra alcuni gambi colle sue radici, ed egli meravigliando trovò il seme o piuttosto il suo cotiledone anche unito alla pianticella, il quale benchè avvizzito e pressochè vuoto chiaramente si distingueva. Gli feci di poi rilevare dove apparivano fogliuzze diseccate di frumento perchè rose e distaccate dai zabri, che rinvenivasi il resto della pianta entro terra, col vicino albergo del nemico vermetto. E replicando il villico, d'onde adunque tanta semenza d'avena? — presto si acquetò ripostando io — da tante arroncature desiderate, comandate, nè mai eseguite.

106. Contuttociò scriveva il Gerarde nel 1632 *J'ai en ma possession la preuve de la trasmutation des espéces: c'est un epi de blé blanc, trés beau au milieu duquel on trouve trois ou quatre grains d'avoine parfaitement conformés.* Il Bonnet, narrasi, mostrasse al Duhamel un gambo con una spica di frumento da una parte, ed una di loglio dall'altra. Fra i moderni il cel. Lindley confessa di essere stato per lo addietro incredulo, e disposto a ridere di coloro che cotali trasformazioni di cereali affermavano: ora più non esserlo, il seguente fatto impedirglielo. Per compiacere lord Brisiol, fu nel 1843 seminato un pugno d'avena per cura di lord Hervey: durante l'anno gli steli florali si recisero, nel 1844 si lasciarono crescere e portarono buon numero di spiche d'orzo lungo con apparenza di segala, alcune altre spiche di frumento e pochissime d'avena. Ma se cotali fatti e simiglianti di cui è sì amena fecondità in certi georgici scritti, sieno da

tenere in buon conto, chi è appena pratico di coltivazione saprà di se medesimo sentenziarlo. E quand'anche alcuna anomalia, o mostruosità possa egregiamente avvenire, conciossiachè mostri ed aborti non manchi la Natura di produrre quando forti e straordinarie cause alterino il normale processo della macchina organica, cotali eccezioni non deono il fondamento della regola a tal segno usurpare, di fabbricare una scienza com'è la **morfologia** prendendo le deviazioni ed alterazioni eccezionali in posto dell'ordinato e generale procedimento della Natura.

107. Ritornando alla **generazione spontanea** di cui l'ipotesi delle **metamorfosi** assolute, non sarebbe che una diversa maniera, l'agronomo non ritenga procedere l'esistenza di alcun essere organico se non che da altro simigliante preesistente, finchè per dirette e ben manifeste prove e riprove non sia dimostro alcun certo fatto in contrario.

Analogia tra piante e animali.

108. **Analogia.** Nella trattazione diretta della Botanica e Zoologia agraria, s'a Dio piaccia, mi proverò d'argomentare gl' immensi ed utili chiarimenti che l'**agrologia** può ricavare per la pratica coltivazione, quando la fisiologia vegetale sia rischiarata da una fisiologia veramente *comparata*, quale io intenderei diversa da quella *botanica comparata* di alcuni moderni. Nella quale ultima è principale perno, quel concetto più presto poetico che filosofico del Goëthe, diretto a spiegare il meraviglioso meccanismo dell'organizzazione vegetale con semplice processo di **morfologismo**, che volontieri ripeto mera ipotesi, dacchè il veggo commendato da prima dal sommo Linneo e di poi dallo stesso pressochè dimenticato.

109. Allora l' idea d'una fisiologia vegetale, *comparata* com' io l' intendo, cioè per la quale il vegetal regno coll'animale, sotto condizione della debita temperanza si confronti, non sembrerà così appieno vestir foggie di paradosso. Il che certo a me giammai non apparve dapoichè vidi continuo il Malpighi nella sua incomparabile anatomia delle piante quasi passo a passo quella classica storia di vegetali raffrontare con quella degli animali. E più me ne sono confortato dapoichè l' encomiato fisiologo italiano Michele Medici nelle sue auree *Prime linee di Patologia vegetale* (1) discorse con tanta luce l'**analogia** fra i due regni degli esseri organizzati. Per ora l'agrofilo studioso avrà già rilevato i fondamenti dell'analogia medesima discendere pressochè dimostrati ed evidenti dagli stessi tentativi incompleti di perfetta separazione fra gli animali e le piante più sopra al § 90 di volo accennati, però sufficienti a manifestare, quanto sia per avventura più agevole riconoscere i punti di concordanza fra le due categorie di esseri, che quelli di perfetta distinzione. La quale può epilogarsi nelle due facoltà come fu detto di **mozione** e **sensitiva.** Della **mozione** abbastanza si rilevò per molti animali non esistere più che ne' vegetali. Resta a dimostrare se la **sensitiva** pure, in qualche parte almeno de' corpi animali, sia nulla come ne' vegetali.

---

(1) Mem. dalla Soc. Agr. di Bol. V. 2 pag. 277 ec.

110. **Sensazioni.** Stabilisce, siccome è detto una fondamentale distinzione fra i due regni organici, la **sensitiva** (§ 90). Dopo aver fatto cenno del prodigioso numero degli esseri ai due regni appartenenti, affine di calcolare l'analogia generica fra loro, è d'uopo dire alcuni altri riflessi sulla facoltà esclusiva degli animali, del **sentire.** È veramente portentoso il vedere degli animaluzzi minimissimi entro due goccie di liquidi diversi, che si accostino l'una all'altra sinchè si confondano in una sola, il vedere dissi le battaglie mortali che fannosi tra loro. Si direbbe quasi la vita compiersi in essi più energica per ogni rispetto che non negli altri animali, quando si pensi all'esiguità della loro pressochè invisibile corporatura. Senza parlare dell' istinto dell' intelligenza ec., la facoltà di **sentire** negli animali, cioè l'accorgimento degli oggetti esterni ovunque posti a loro contatto, si può tenere pressochè universale. Nondimeno gli animali sono forniti di parti le quali sono intimamente collegate col resto del lor corpo in tutte le funzioni della vita **vegetativa** e ponno in parte staccarsi da esso, offendersi, recidersi senza che di certa guisa l'animale se ne accorga. Tali sono quelle estreme appendici della cute siccome unghie, peli, lane, corna ec. le quali in tutto o in parte ponno separarsi dall' animale che non ne riporta alcuna **sensazione,** appunto come avviene recisione di fronde nelle piante.

111. Oltrecchè non è possibile accertare se realmente le infime classi di animali sieno fornite di vere **sensazioni:** oltrecchè quella facoltà d'essere impunemente divisi, parecchi di essi, in parti le quali riproducono (§ 77) l'ente primitivo, tante volte quante le parti medesime in cui fu diviso, lascia dubbio che a quella divisione sieno appieno insensibili come al taglio sovraindicato di unghie e simiglianti appendici cutanee gli animali superiori; è profondamente da meditare quel compiersi di complicatissimi, incessanti e stupendi atti vitali, siccome la digestione, nutrizione, sanguificazione ec., senza che, ove normalmente s' adempiano, punto l'animale ne percepisca accorgimento veruno. E l' **analogia** si renderà più stretta ancora fra la vita dell' animale e della pianta, quando si riguardi al suo modo di compiersi, e forse meglio riparare a se medesimo, nell'atto in cui l'animale è per naturale letargo o sonno, divenuto, quanto le stesse piante, insensibile.

112. Quando sarà discorso delle funzioni organiche delle piante, sarà facile dimostrare fin dove se n'estenda l'**analogia** con quelle degli animali. Di soli 23 anni il celebre Linneo compose nel 1731 una Dissertazione sul sesso delle piante (da pochi anni fatta di ragion pubblica dall' Afrelius nell'originale lingua svedese, con fedele traduzione in latino), ove da quell'incomparabile scrutatore de' più arcani segreti della Natura, ch'egli era, discorre dell'analogia tra le piante e gli animali esistente, traendone anche argomento dalle anteriori osservazioni del Malpighi e del Grew. In questo luogo mi starò contento di citarne solo le prime parole: « Col ritorno della « primavera, dic'egli, tutto ritorna in vita. Plinio avea ragione (*sole nil « utilius)* nulla più utile del sole. Ma, non che gli animali, le piante sono « sensibili all'amore, perchè havvi unione fra maschi e femmine, come io « mi propongo di raccontare. » Idea che fu poi la fondamentale del suo celebre sistema, e ch'egli nella sua *autobiografia* riferisce aver concepita

leggendo negli Atti di Lipsia la dissertazione del VAILLANT sul sesso delle piante, e di poi quella di Giorgio WALLIN d'Upsal pubblicata nel finire del 1729, col titolo *De nuptiis arborum*. Idea dunque esternata un bel secolo prima dall' italiano AROMATARI siccome ho dichiarato nella Nota al § 100. Idea infine che stabilisce uno de' più grandi argomenti d'**analogia** fra i due regni organici: analogia di cui i cenni seguenti sulla *serie*, sul *sonno*, il *letargo* e la *morte* offrono indicazioni ulteriori.

Serie o Scala degli esseri.

113. Deplorabile divergenza degli umani comprendimenti! intantochè negano alcuni esistere analogia vera tra piante e animali, affermano altri sussistere tale concatenazione fra tutte le specie di esseri, da collegarsi colla materia inorganica ed esistere non discontinua successione tra il minerale più inerte e l'animale più perfetto. **Scala** o **catena** dal macigno a GALILEO! Oh davvero, che le forme degli esseri costituiscano necessariamente una **serie**, una **catena senza interruzione:** che esista una **scala** continua e regolare nelle forme degli esseri dalla pietra fino all'uomo; che se qualche grado, sembri mancare ciò dipenda dal rimanere ancora nascosto, sfuggito alle nostre osservazioni, ma debba necessariamente esistere, oh non si può ammettere, finchè la **vita,** e l'**intelligenza** son qualche cosa! Fortunatamente ci conforta un grand'uomo; voglio dire cotal supposito è ripudiato da un CUVIER per contrannaturale e per falso. Non v'ha intermedio, a di lui stima, fra gli uccelli e l'altre classi, non fra i vertebrati e gl'invertebrati. Ciascun essere organizzato ha in concordanza quanto gli abbisogna per sussistere: un uccello è uccello in tutte le sue parti, così un pesce, così un insetto. Non si può concepire un ente che avesse una parte d'organizzazione collegata con un'altra parte convenevole per un ente diverso; un ente in somma intermedio, come dicesi un **passaggio.** Ciascuno è fatto per sè: ciascuno ha in sè tutto ciò che lo *completa*.

114. Taluno vede nel *verme* l'embrione dell'animale *vertebrato:* nel *vertebrato a sangue freddo*, l'embrione dell'animale a *sangue caldo*: prendendo le classi superiori in istato d'embrione, vuole che vi siano le parti delle inferiori; pretende che la composizione sia la stessa per tutte le classi, la differenza solo consistere nel maggiore o minore sviluppo di alcune parti. Ma nel fatto troviamo che certe parti, e talora molte, mancano in alcuni esseri, nè si può spiegare tale mancanza se non perchè non importavano al *complesso* dell'essere.

115. Altri filosofi moderni hanno detto: non solo ciascun essere rappresenta tutti gli altri, ma è rappresentato esso stesso da ciascuna delle sue parti. La testa sarebbe un intero corpo: cioè il *cranio* composto di vertebre sarebbe la *spina*; il naso il *torace*; la bocca l'*addomine*; la mascella superiore le *braccia*; l'inferiore le *gambe*; i denti i *diti* o le *unghie*; e così nella testa troverebbero tutte le ossa del *corpo*. Investigazioni lodevoli, ma per le quali non consta necessità vera di una scala degli esseri, nè d'una unità di composizione, nè la supposizione dell' apparizione successiva di forme diverse.

116. Invece la diversità, onde l'**individualità delle specie**, è per l'opposito necessaria all'armonia ed alla conservazione dell'insieme. E lo provo.

Guai se la provida Natura non avesse dato una impronta speciale, **singolare** ad ogni essere organico o inorganico del mondo! Quando miriadi d'insetti ne riproducono altre miriadi di miriadi, a forza di moltiplicarsi resta insufficiente la materia di cui s'alimentano, e ne perisce tal numero enorme da ridursi a men dannevole misura. Avverta infatti l'agronomo che quando l'*orchestes alni*, e la *galeruca calmariensis*, insetti divoratori delle foglie d'**olmo,** s'accrescono a segno di consumarle prima d'aver compiuto il periodo di loro esistenza, muoiono in tanta quantità, da potere per altra serie d'anni rimanersi incolumi quelle piante col loro fogliame. Ma se questo fogliame non avesse un principio particolare, indispensabile a quegli animaluzzi, se tutte le foglie del mondo fossero perfettamente simili, essi si getterebbero sovr'altri vegetabili, e la loro indefinita moltiplicazione distruggerebbe ogni foglia ch'è sulla terra. E ciò si conferma ancora per circostanze di animali similissimi, viventi di similissime materie, e nondimeno non potendo sussistere se di quelle a loro specialissime, non si alimentino. Per esempio, se avete la sfortuna di dare la mano a chi l'abbia infetta di *scabbia*, il piccolo insetto, onde quella schifosa malattia si compone, prende stanza nella vostra mano e procreandovi la sua graziosa famiglia, vi ricolma del suo bel regalo. Eppure anche il cavallo soffre di *scabbia*, e prodotta similmente da un *acaro*: ma quest'*acaro equino* potete impunemente toccarlo: esso non vuole di vostra carne, e solo sulla cute del cavallo si nutre, si feconda e propaga. Il Bourgouignon (1) ha preso di questi *acari* dell'uomo e gli ha trovati inetti a produrre scabbia nel cavallo, e così viceversa; ed anche riportando quelli del cavallo sovra cani, e quelli di cani sovra cavalli, sempre ha trovato che la Natura ha creato questa serie di piccoli malfattori sì fattamente tra loro distinti, da non poter eglino scambiare nè dimora, nè materiale d'alimentazione, senza perire.

117. La Natura ha dato così speciali **caratteri** ai diversi enti organici che sino nell'accordare a diverse specie, varie maniere di moltiplicare, non gliene ha accordato l'esercizio contemporaneo, ma sempre in epoche successive ed alterne. Valga un esempio recato dal chiarissimo professore F. De' Filippi: « Le meduse (animali molli, nuotanti, che per la loro forma sono « chiamati dai pescatori napolitani *capelli di mare)* depositano uova che si « trasformano in poco tempo in un animale fisso, del tutto simile al polipo « d'acqua dolce, e come questo, producente una quantità di bottoni o gemme « che danno origine ad altrettanti polipi, finchè poi giugne il tempo che « questi si trasformino di nuovo in meduse le quali riacquistano la loro « virtù riproduttrice per uova (2). » Questo fenomeno meraviglioso di *generazioni alternanti*, fa inoltre conoscere come nelle stesse classi dette *inferiori*, siano tali stupendi effetti della forza vitale da intralciare gravemente la supposta **scala** tra la polvere e l'uomo. Del quale altro è dire *pulvis es*

---

(1) Comp. R. de l'Acad. des Sc. 11 novembre 1850.

(2) Storia naturale degli animali, Op. post. di G. Genè. Torino 1850, V. 1, p. 395, Nota 5 del prof. De' Filippi.

et in pulverem reverteris, altro attestare che la *polvere* o materia, per informarsi nell'essere, *uomo*, abbia dovuto passare insensibilmente dallo stato minerale all'organico ed assumere gradualmente le forme di tutti gli esseri organizzati della Natura.

Sonno, Letargo e Morte.

Sonno.

118. **Sonno delle Piante.** Il sommo LINNEO nella sua celebre dissertazione *Somnus plantarum*, fu il primo forse, a indagare il perchè le piante al sopragiugner della notte atteggiano in diverso modo la positura delle loro foglie. Delle quali positure o attitudini delle foglie indicava undici modi, cui il POLLINI aggiugneva un duodecimo, e sarebbe il chiudersi del coperchio della *Nepente* addietro osservata. L'agricoltore potrà riguardare a quella lupinella detta anche *sulla* ch' è l'*hedysarum coronarium* da non confondere colla vera lupinella o *hedysarum onobrychis*, benchè anche per questa si verifichi in parte; e rileverà l'accostarsi delle loro fogliette le une contro l'altre, durante la notte. Nel trifoglio, le foglie ternate si riuniscono pure per le loro estremità di notte tempo: e nel vilucchio, pianta inutile e anche dannosa *(convolvulus arvensis)* i fiori sogliono chiudersi al tramonto del sole, laddove quelli del gelsomino di notte *(mirabilis jalappa)*, del *geranio notturno (pelargonium triste)* e non pochi altri stannosi chiusi di giorno e nella notte si riaprono.

119. Non indaghiamone per ora la spiegazione. Il fatto massimo da considerare è questo **riposo** di che le funzioni vitali sembrano aver d'uopo in ambo le nature di esseri o vegetali o animali. E come in questi per necessità o per ispontaneo volere si può cambiare il periodo del riposo notturno in altro diurno, ma è ineluttabile il soggiacervi, così ne' vegetabili, mercè sperienze del DE CANDOLLE si venne a conoscere essere questo riposo indispensabile. Infatti pose alcune specie di piante, nelle quali gli effetti del sonno si appalesano più apertamente, in luoghi di continuo illuminati, e rilevò, siccome fu poi da altri osservatori confermato, l'alternare della veglia e del sonno accelerarsi. A tal che riponendo quelle piante nelle ore diurne fra tenebre, e nelle notturne alla luce, dopo alcun tempo co' loro moti rispondeano a quell'artificiale avvicendarsi di diurno e notturno periodo.

120. Perchè l'agronomo non tenga soperchie le presenti investigazioni accennerò soltanto di volo, che di questa specie di parziale periodica interruzione di alcune funzioni della vita, si dovrebbe tener maggior conto che non si suole. Quando, sia mo' d'esempio, s'abbia a trapiantare alcune specie delicatissime, non converrebbe egli forse l'eseguirlo in tempo di questo loro sonnecchiare? Gl'innaffiamenti, e le stesse irrigazioni sappiamo noi se meglio profittino alle piante nelle diurne ore o nelle notturne, in pari circostanze rispetto alla temperatura del giorno diversa da quella della notte? Il dente degli animali è più nocivo all'erbe nell'une ore o nell'altre?

121. **Sonno negli animali.** Se non vi fosse avvicendamento di notte e di giorno, gli animali tuttavolta dovrebbero desistere a certi inter-

valli dall'opere loro, affinchè talune funzioni organiche avessero campo di compiersi, intantochè altre in riposo si rimanessero. È qui solo da rilevare che quanto più gli animali sono di classe elevata, il giornaliero riposo nelle ore notturne è loro sufficiente: laddove in quelli delle classi inferiori ha luogo il letargo di cui è qui sotto parola, ossia sonno durevole per una intera stagione, protratto fino al ritorno di stagione più favorevole.

Letargo.

122. Delle quali dubitazioni relative al sonno, quale irrecusabile riposo periodico, più o meno intenso o reale nelle piante, verrà in acconcio il dire altra volta. Più manifesto deve essere agli agronomi, quello ch'io chiamerò **letargo,** ossia riposo assai più completo e prolungato ed a periodo annuo invece che, come pel **sonno,** giornaliero. Riposo però similmente a molte specie di piante, come a molte d'animali, ma non a tutti e quelle e questi, comune. La stagione ordinaria in cui ha luogo il **letargo** suole essere il verno; ond'è detto letargo jemale cui soggiaciono ghiri, ricci, serpenti, lucertole ec. Ma dove la state è caldissima il letargo invade pure per es. i ricci nel Madagascar e per affermazione dell'HUMBOLDT i caimani nel Messico, lorchè il calore vi monti a 40 centigradi. E già lo SPALLANZANI diè avvertimento di pipistrelli intorpiditi per caldezza d'estate.

123. Del sonno delle piante, come ho avvertito, i botanici ebbero ed hanno ragione. Di **letargo** non dissero ancora ch'io mi sappia: solo dell'arrestamento del succo, o linfa ampiamente trattarono. Non per mia stima sì generalmente da tenerlo conseguente da uno stato conforme all'accennato **letargo** degli animali. A me pare sì analogo, ed inoltre sì importante nella fisiologia vegetale da meritare attentissima considerazione dai coltivatori. È costume di pratici dire che il legno *ha fermo*, ovvero che *ha mosso* per indicare il vario stato del succhio. Dicono similmente *piange* la vite, o l'acero, o l'olmo ec. quando, se fannovi incisioni, sgorga umore ch'è appunto la linfa, dalla ferita. Ora questa linfa nell'aprile, maggio, agosto e settembre, è più che negli altri mesi abbondevole. La stagione jemale spiega sufficientemente l'arrestarsi del succhio, ma perchè ne avviene sensibile diminuzione anco nel giugno e nel luglio? Il **letargo** ha luogo solo per alcune specie d'animali, e non diversamente il **letargo** jemale non si verifica per molte specie di piante sempreverdi il cui crescimento, se il freddo non sia eccessivo, ancor quando è in altri vegetali sospeso, in quelli continua.

124. Nella **botanica agraria** sarà molto importante il riassumere questo subbietto quando si farà rassegna delle diverse teorie onde il moto del linfatico umore si vuol derivare. Il MALPIGHI riputavalo effetto della dilatazione dell'aria nelle trachee, dilatazione dipendente dal calore: l'HALES e il BORELLI, effetto della sostanza spugnosa che riveste l'interna superficie de' vasi vegetali: il SAUSSURE, effetto di contrazione de' vasi medesimi: il CORTI, il DUTROCHET effetto di cause che non ispiegano poi l'accelerazione di moto della linfa, che si osserva in agosto, detta volgarmente *mossa* o *succhio agostano*. Allora perciò si rileverà, com'io spero, quanto affermo di presente: cioè cotale arresto del succhio essere conseguenza di maggiore causa, vo'

dire di vero **letargo;** quale a simiglianza degli animali, le piante, almeno la maggior parte di esse, subiscono per regolare processo di loro organica esistenza. È poi di tale importanza, che molte operazioni dell'agricoltore deono compiersi in que' periodi, siccome il trapiantamento, varie maniere d' innesto, e la moltiplicazione eziandio a mezzo di tralci, o talee. Conciossiachè se avventuri di farlo quando le piante non siano in quel **letargo,** sarà disagevole, per non dire impossibile, che quelle piante, quegl' innesti, o quei piantoni riescano con successo ad attecchire. E ne' paesi ove si potano gelsi quando e' sono in piena vegetazione, si conseguono gli effetti di cui fo cenno al seg. § 131.

Morte.

125. Non tutti i naturalisti, della **morte** tengon parole. Argomento alquanto sgraziatello, all' indigrosso lo sguatono, ed a fisiologi di buon cuore l' investigazione più sottile ne abbandonano. L'agronomo non dee fare similmente. Se vorrà sufficiente contezza de' fenomeni dell'organica Natura, ne troverà rinsegnamenti assai proficui nell'accertarsi delle cause onde sì sovente la vital forza è affranta, è distrutta. Per concepirne quell' idea generale quale alle presenti generali ricerche si conviene, sotto due aspetti il subbietto è da riguardare cioè siccome **naturale** termine o **accidentale** della vita.

126. **Morte naturale.** *La nature ne se préoccupe pas des individus: sa sollicitude s'arrête à la conservation de l'espèce: on pourrait même dire avec quelque raison qu'elle ne s'en inquiéte que faiblement: pourvu que la vie se multiplie, se répande, peu lui importe les transformations, les destructions* (1). Per verità quando si ponga mente a tutti i mezzi di difesa, e di conservazione dalla Natura forniti agl individui; all'acuta perspicacia di cui ha provvedute tante specie d'animali affinchè si sottraggano a loro avversari; alla prodigiosa attitudine de' vegetali per resistere alla distruzione da quelli procacciata, non so se possa dirsi aver meglio la Natura proveduto alla conservazione della specie che a quella degl' individui. La conservazione di questi è assicurata ancora quando dotati di minor fortezza e solidità di organismo. La donna infatti ha più lunga vita media dell'uomo: i pesci assai più de' quadrupedi: alcune alghe benchè mollissime, vivono molti anni: il platano, di tessuto assai molle, aggiugne la longevità dei cedri. Nè l'uso delle funzioni vitali o l'energia della vita ne affrettano il termine. La vita lunghissima degli uccelli ne porge argomento: e similmente quella de' pesci benchè la loro fecondità sia così prodigiosa che la femmina del carpione, il quale vuolsi viva circa due secoli, produce mezzo milione d'uova: la testuggine è pure fecondissima e nondimeno vive assai lunga vita. Parimenti la quercia, nella sua vita secolare incessantemente riproduce ogni anno le sue foglie, e spesso larga copia di frutti. Ma le osservazioni speciali alle piante ed animali di cui s'occupa l'agricoltura, perciocchè trovano acconcio luogo nella BOTANICA E ZOOLOGIA AGRARIA, dispensano dall' intrattenersi più oltre di questo subbietto d'altronde ulteriormente chiarito da quanto segue intorno la durabilità della vita.

---

(1). D'ORBIGNY nel citato *Discours Préliminaire* pag. 5.

127. **Morte accidentale.** La **morte naturale** è quasi sempre prevenuta dalla **morte accidentale**. La quercia secolare dà ricetto sotto la sua scorza agli *scoliti (scolytes)* le cui larve fannovi gallerie per ogni verso, e passando allo stato d'insetto, piccolo e di color bruno, sfuggono alla vista di chi volesse farne la caccia: inoltre la quercia è attaccata dal *chermes* (*chermes*, Fab.) altro insettuccio, vicinissimo ai cimici, e della famiglia detta a ragione dei *pianti-sughi*: e nelle di lei foglie s'insinuano i *cinipedi (cynips)* i quali danno poi origine alle *galle*: oltracciò è la quercia perseguitata da parecchi vegetabili, perchè non certo con suo pro, i licheni la tapezzano, i *muschi* la rivestono. L'olmo è spento dal *cosso (cossus)* chiamato a capello *guasta-bosco*; il luppolo dall'*epialo (hepialus)*: la vite dall'*eumolpo (eumolpus vitis* Latr.) famigerato *spezza-polloni;* dall'*attelabo (A. vitis* Bayl.) detto *rosica-germogli*; dalla *piralite (Pyralis) rotola-foglie*. E tutti gli alberi sono tormentati e dalle *saperde (Saperda carcaria*, *S. cylindrica*, *S. tremula*, *S. linearis*, *S. oculata*, *S. populea)*, dalle *lamie (Lamia* Serv.*)* e da tanti altri insetti come lo sono, e anche peggio, tanti frutti tra quali le olive dal *tephrite kaïron*. Lo sono egualmente le piante erbacee e le coltivate in ispecie, come *cereali*, *canape*, *colzat* ec., e sommamente i *pomi di terra* o *patate* che non ponno più in alcuni anni servir di cibo all'uomo, per l'unica ragione che altri esseri parassiti prima di lui se ne pascono.

128. È inutile segnalare la perpetua distruzione degli animali tra loro. Nè tra meno distruggitori è certamente l'uomo il quale di tante altre specie d'animali si pasce, sieno erbivori, o carnivori, sieno terrestri o volanti per l'aria, o nuotanti per l'acqua. Di quella guisa che vegetali d'altri vegetali son preda, la Natura ha creato razze d'*icneumoni* i quali vivono soltanto di viventi animali, e può tenersi ogni specie d' insetti perseguitata dalla sua specie d' *icneumone* che la divora. La lebbra, il vaiuolo, e quasi ogni fatta d'esantemi, secondo il Raspail, sarebbero costantemente l'opera d'esseri parassiti. Oltracciò per tutti è notissimo quanto funesti sieno i vermi intestinali, senza parlare delle *filarie*, degli *acari* e d'altri minimi carnivori ed erbivori di tante specie. Tuttavolta se frequente è il caso di vegetabili vittima e pascolo di animali, è oltremodo più raro di questi, fatti vittima a quelli. Certo se il **calcino** è veramente cagionato da fungo *(botrytis)*, e quella stessa *pianta-verme* cinese di cui ho fatto cenno (nella nota 2 a pag. 20) è animale vittima di quella straordinaria vegetale appendice, s'avrebbe incontrovertibile prova dell'estinzione d'animali per opera di vegetabili.

129. Questa gran legge di Natura che ha prescritto ai viventi esseri di mangiarsi l'un l'altro, è però temperata da provvidentissime difese dalla Natura assegnate, come ho detto, agli esseri medesimi per iscampare la propria esistenza. E l'agricoltore in questa lotta tremenda universale e perpetua, dee avvertire le due condizioni principali per cui l'essere vivente ad altro essere soggiace: e sono o la **forza** fisica maggiore nell' individuo distruttore, o la **imperfetta sanità** dell' individuo assalito. Non è dubbio che colla forza la pecora è predata dal lupo: ma la pecora **sana** non è predata dal verme *epatico*, nè il **sano** filugello dalla *botrytis*, nè il frumento **sano** dalla *ruggine* ec. La Natura distribuisce e diffonde le semenze e germi degli esseri parassiti ovunque è l'organica materia che dee ali-

mentarli. Ma se l'essere che dee rimaner preda del suo parassita, sia in condizioni di sanità, e sviluppo normale, dal parassita di leggieri potrà liberarsi. Si opporrà; il frumento benchè sanissimo è predato dai zabri. Risponderò se l'aveste seminato otto giorni prima, il zabro non l'avrebbe più trovato abbastanza tenero per rosicchiarlo. Quella semenza, quando naturalmente affidata al terreno, vi avrebbe germogliato forse trenta o quaranta giorni prima della nascita dei zabri. Conoscendo adunque la storia naturale di questi, se non vorrete o potrete valervi del consiglio dato al § 98, o fate nascere il vostro grano alcun tempo prima di loro affinchè lo trovino sì adulto da non poterlo distruggere, o alcun tempo dopo acciocchè, niun pascolo trovando appena nati, per virtù di fame si muoiano. Vedete sottile avvedimento di Natura. Operando essa e non l'arte, il frumento come ho detto, tanto prima sarebbe nato, e i zabri n'avrebbon sol roso alcuna foglia senza troncar netto lo stelo della pianta. Per cotal modo l'una e l'altra specie d'esseri avrebbe conservato.

130. **Dissoluzione.** Allorchè in causa della morte, la vital forza è cessata, l'organismo è interamente soggetto a quell'azione delle forze fisiche e chimiche, da cui vorrebbero invece taluni che avesse causa la vita. Nell' istante in cui è tronca o infralita, allora veramente è sbrigliato l'imperio, assoluta l' influenza degli agenti esteriori. I quali tendono a disfare e dissolvere la compage organica in ogni sua minima parte. Tuttavolta il lavoro dell'organica Natura è per alcune parti dei corpi animali e vegetali così aggiustato e tenace, da durare per secoli la loro testura a fronte dell' incessante opera distruttiva degli agenti esteriori. E se questi anzi per alcune circostanze non possono esercitare completamente l'azion loro, molti corpi organici, anche perduta la vita, scampano per secoli da una dissoluzione totale. Le ossa di molti animali, il vero legno di molte piante, danno cotidiane attestazioni della resistenza mirabile dei tessuti organici, contro le cause di decomposizione. La Chimica agraria, perciocchè l'opera delle chimiche reazioni sia per avventura principal causa della distruzione della materia organizzata, porgerà molti avvertimenti importantissimi per l'agricoltore. Fra quali quest'uno è in questo luogo memorevole: cioè che quando alcuna parte di un essere vivente, sia pianta o animale, si trovi in assoluto dominio delle azioni chimiche, onde si manifesti nelle membra o porzioni loro la dissoluzione, o cancrena, questa sventuratamente si diffonde: e comunica alle parti vicine ed al tutto lo stesso processo di distruzione. Laonde poi malaccorti i coltivatori che le parti infette o cancrenate prontamente non recidono, e non separano compiutamente dalle parti sane; le quali senza quel sollecito rimedio, inevitabilmente quelle stesse cause di disorganizzazione contraggono e ne soccombono.

Applicazioni al Baco da Seta.

131. **Calcino del baco da seta.** Affinchè meglio vegga l'agricoltore l'intima connessione de' precedenti studii colla esecuzione pratica dell'arte sua, trascelgo subbietto ben degno di ponderazione. Sono incredibili le ricette prodigate per salvare il prezioso, incomparabile **baco da seta.**

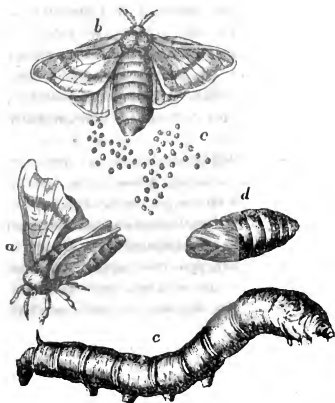
Anche il Bouchardat consiglia agli allevatori di bachi, allorquando sono colpiti da **calcino** di bagnare leggermente le foglie con acqua contenente uno o due centesimi di citrato, o tartrato di soda (1). Indubitantemente, quando sieno già colpiti sarà tempo sprecato; se intende appena se ne manifestano indizii, sarà poco meno lo stesso. Perchè adunque giovi, converrebbe analizzare le foglie quali si apprestano, e rilevando mercè alcun saggio difettare di que' principii creduti dal Bouchardat essenziali alla nutrizione normale dell'insetto, allora potrà forse ricavarsene alcuna proficua avvertenza. Lasciando da parte ogni disputazione di alcalinità ed acidità, ora sentenziate favorevoli ora avversanti, e tutti gli specifici e preservativi più o meno celebrati, ma non più o meno illusorii, avvegnachè pienamente tutti quanti lo sieno, considero solo come applicazione delle indicazioni precedenti se l'**analogia** ch'è tra gli animali e le piante possa recar qualche luce. Sino dal 1840 ho stampato in maiuscolo: **la vita del gelso è il termometro della vita del baco da seta** (2), poi l'ho ridetto e ristampato ben dieci volte. Senza ripetere quanto ho specialmente stampato nel mio Allevamento del Baco da seta (3), riprodurrò soltanto questo fatto cioè che **il calcino nell'Emilia, nelle Marche e in altri paesi italiani al di là del Piceno o non s'è mai visto, o pochissimi danni e rarissimi arreca.**

132. Ma similmente la **morte** del gelso, pel morbo volgarmente detto il **falchetto,** non avviene (in fuori d'alcun caso sporadico) nella stessa regione d'Italia, ove il **calcino** è pressochè ignoto. Nel V e VI Libro potrò meglio rendere notevole l'analogia di questa maniera d'uscir di vita sia del gelso, sia del filugello: analogia rivelata ancora dalla presupposta causa comune derivata per ambedue questi organici esseri da **funghi,** loro parassiti. Intanto sta il fatto; ove è moria per **calcino** di bachi, è pur moria per **falchetto** di gelsi. Ma dove è moria per **falchetto?** Dove nel cuore della mossa del succhio, nel maggiore sviluppo della vegetazione si potano i gelsi, i quali dove non è moria di calcino nè di falchetto, si potano a convenevoli tempi, quando cioè la pianta soggiace al **letargo** di cui nel § 122 è discorso. E per che modo poi segue la potagione anzidetta? mutilazione completa di notevoli rami con tagli enormi d'onde strabocca il succhio sotto la sferza del sole d'estate, e la pianta, per così dire, si disangua, e tutto il naturale processo di vegetazione è contrariato e sconvolto. Laonde fermamente fò stima che quando meglio s' avvisi alla analogia delle piante e del baco e all'influenza della natura dell'alimento sull'animale, cui d'unico cibo e bevanda tien posto, se normal vita si voglia in questo, debba pure in quello conseguirsi; e facendo circospette e ripetute sperienze se ne debba questo infine conseguire: che come di falchetto e calcino rilevasi esente per due terze parti, debba pur liberarsene l'altro terzo d'Italia (4).

---

(1) Rep. del Prof. Ragazzoni febb. 1851. Effettivamente il Bouchardat prescrive di adoperare il suo rimedio *à l'époque où la muscardine commence à se développer.*
(2) Felsineo anno 1, foglio N. 2 pag. 7 giugno 1840.
(3) Allevamento ec. Bologna 1847 pag. 47 e 48.
(4) V. Allevamento del Baco da Seta di C. Berti Pichat nell'Appendice alla terza edizione. Torino, 1851, Cugini Pomba e C.

133. Vedi in un essere solo, la mirabile storia della creazione! Quegli **ovuncoli** *c*, fig. 18.ª, svolgonsi in piccole **larve** quali tre o quattro volte cambiano pelle, e riformano gli organi d'apprensione e masticazione, e cresciute nella forma del **baco** *e* si compongono con meraviglioso tessuto il **bozzolo** per compiervi altro stadio di vita sotto forma della **crisalide** *d*; d'onde aprendo quel nicchio di seta, sortono **farfalla**, *a* o *b*. E dalla farfalla si riproducono quegli **ovuncoli** *c*. Ecco la **metamorfosi** ecco la serie, ecco la generazione che non solo ha necessità di preesistenza di altro vivente, ma è così lungi dal essere minimamente **spontanea** che se l'una delle farfalle, o il maschio *a* o la femmina *b*, manchi o sia imperfetta, quell'ovuncolo è morta materia.

Fig. 18.ª

134. Oh filosofanti, a che fantasticando create e **morfologismi** e **serie** e **passaggi?** Abbietto coltivatore contemplo ed ammiro la provvidenza della **Creazione** e quando intendo all'allevamento del baco da seta quest'uno vi chieggo: mi tornerebbe egli di farlo, se tutte le centomila specie di piante fossero (e non soltanto quell'*unica del gelso*) al baco convenevoli? e per converso potrei io farlo se tra le ottantamila specie d'insetti, al *solo filugello* non fosse dalla Natura riservato cibo la foglia del gelso?

Durata degli esseri viventi.

135. Il gran cancelliere BACONE volea, scopo e debito della medicina, tre fini: 1° conservare la salute, 2° curare la infermità, 3° prolungare la vita, facendo sagacissimamente rilevare come di spesso nel curare le infermità non si ha riguardamento alle conseguenze dagli stessi rimedi prodotte sul resto

della vita dell'individuo: e che poi generalmente i medici non conoscono o non adoperano quel terzo ramo della medicina, ch'è il combattere lo scioglimento ed atrofia senile, onde l'umana macchina si va logorando e scema a poco a poco di cotal modo la vita, finchè appieno s'estingue. Certo la resistenza, dopo morte, durata da non poche parti della compage organica contro la sua dissoluzione, indurrebbe a credere avesse la natura fornito tali organi agli animali e alle piante, da servire alle funzioni loro più lungo tempo che non è il medio ordinario di loro vita. Giova accertarsi, che cotal medio di durata, secondo le leggi della natura, dovrebbe essere assai men breve nelle varie specie di viventi.

136. **Durabilità della vita negli animali.** Non riguarderemo gli uomini, tra quali la Genesi nota *Malaleel* vissuto 895 anni, *Noè* 950, *Matusalemme* 969: nè spetta ai presenti studi l'investigare i sacri arcani per ispiegare come Iddio creasse l'uomo *inesterminabile*, e come il primo uomo fosse dotato d'immortatitià, però condizionata. (1) Il Buffon affermava che la terra era mille volte più popolata e più fertile, la vita degli uomini e degli animali *dieci volte* più lunga. (2) Certo il breviare della esistenza, ha nell'umana specie una categoria di cause che le bestie assai meno risentono; cioè quella delle cause *morali*, le quali senza promuovere effetti pronti e molto sensibili, di sovente minano lentamente l'umana macchina e ne affrettano il fine. Da ciò singolarmente, la minor durabilità della vita nell'uomo che nelle bestie. Il cervo credesi vivere un secolo; il corvo, l'aquila, il cigno, l'oltrepassano; il topo di comignolo ossia dei tetti vuolsi raggiunga i 150 anni; l'elefante assai di più, e similmente molti pesci tra quali poi la balena, età però indimostrabile, vivrebbe mille anni.

137. **Longevità delle piante.** La durata delle piante varia secondo le specie; laonde può essere di ore, di giorni, di mesi, di anni e di secoli. Dovendo generalmente perire ove nacquero, non ponno come gli animali sfuggire tante cause di morte accidentale. Se i calcoli dell'Adanson non sono più ingegnosi che veridici, un Baobab potrebbe arrivare a 5150 anni, e un cipresso del Messico sarebbe ancora più vecchio. Il Tournefort non dubitò di dichiarare gli ulivi, alberi immortali: e difatti l'ulivo di Pescio citato dal Picconi, secondo il Moschettini oltrepassava i 7000 anni di esistenza. Dove fu Babilonia, esiste ancora, dice il celebre Bellani (3), una pianta antichissima di una specie di cedro, isolata in mezzo al deserto, e che si vuole appartenesse un tempo ai giardini di Semiramide. I pochi cedri giganteschi rimanenti ancora sul Libano, si vorrebbero anteriori all'epoca stessa di Salomone: per attestazione del Lamartine, « gli Arabi li « contemplano con venerazione tradizionale, attribuendo loro una forza vegetativa, che li fa *vivere eterni* ». Dal Bovè si opinava coi cristiani di quei contorni che gli otto ulivi tuttora esistenti nel giardino d'ulivi presso Gerusalemme, sieno quei medesimi del tempo di Cristo: lo che si rifermava dal Chateaubriand, e di poi dal citato Lamartine il quale lo congettura, dic'egli,

---

(1) *Quoniam creavit Deus hominem inexterminabilem* Sapientia II. 23. ecc. Chi amasse queste singolari ricerche, sono sagacissimamente disputate dal celebre A. Bellani. Della indefinibile durabilità della vita nelle bestie, Milano: Manini 1836.

(2) Buffon. Prove della teoria della terra art. II; citato del Bellani ivi.

perchè l'ulivo è l'albero *immortale* dell'Oriente. Il celebre platano dell'isola di Coos ha veduto dugento generazioni d'uomini. E per dire di alcuni fra i molti annoverati da geografi e botanici trascelgo i seguenti, mentovati pure dal BELLANI.

Platano presso Costantinopoli, sec. il DECANDOLLE	2800 a 3000.
Platano di Vostizza nel Peloponeso	2000.
Platano nell'isola di Stanchò	1500.
Quercia nell'Aube presso a Châtillon	762.
Quercia nella Senna inferiore	800 a 900.
Quercia di Allonville	900.
Frassino	650 a 680.
Castagno di Lord Ducis a Tortworth	1029.
Acajou o moghen a S. Domingo	800 a 1500.
Ficus Indica sulle sponde del Nerbuddu	2500.
Olmo detto di *Plinio* in riva al Lario	1500.
Castagno dell'Etna, si vuole dell'epoca del diluvio.	
Olivo distante un'ora da Villafranca	1000.
Arancio di S. Sabina in Roma	650.
Arancio nel convento di Fondi	580.

138. Non rarissimi poi trovansi: molte viti 100 a 150 anni; l'olivo (*olea europea)* dai 300 a 500 ; il bagolaro o giracolo (*celtis australis*) da 150 a 250; il leccio, (*quercus ilex*) da 600 a 700; il cipresso (*cupressus sempervirens)* da 200 a 350; il platano (*platanus orientalis*) da 500 a 700; l'olmo, non potato *(ulmus campestris)* da 300 a 500; la quercia *(quercus robur)* da 400 a 600; l'arancio (*citrus aurantium*) da 300 a 400 e sino l'ellera (*hedera helix)* vuolsi raggiunga i 450. Potrebbesi pure citare il tasso (*taxus baccata)* che se ne riferiscono d'anni 1214, 2588 e fino a 2830, e il cipresso di virginia *(taxodium distichum*) la di cui longevità vuolsi aggiunga 6000 anni, oltre le gigantesche palme del Brasile notate dal MARTIUS: fra le quali due specie d'*euterpe*, l'*oleracea* e l'*edulis* cui assegna circa 300 anni di durata, la *cocos nucifera* vivente altrettanto, e la *cocos oleracea* vivente 600 a 700 anni. Prendiamo queste cifre per quel che valgono, essendo la vita dell'uomo troppo breve per accertare periodi composti di diecine di secoli: risulterà sempre addimostrata la longevità in genere dei vegetali, di lunga mano a quella degli animali superiore. Or si vegga se l'età media naturale degli esseri organici, per fatto dell'uomo in ambo i regni s'accorti.

Influenza dell'uomo sulla vitalità (*).

139. **Influenza dello stato di schiavitù sugli animali.** Per consentimento generale de' fisiologi, ultimo periodo della vita è la decrepitezza. Ma questa non ha epoca fissa; una vita stentata, la miseria, le

(*) « Une longue servitude, ou une domesticité héréditaire agit sur les animaux « de la même façon qu'une longue culture finit par éloigner le végétaux de leur « premier type. Le règne animal offre, comme le règne végétal, une multitude de « faits à l'appui de cette hypotèse. » BONAFOUS, l'*Art d'élever les vers à soie au Japon ec.* Paris 1848, pag. 45 note.

privazioni, le afflizioni, l'insalubrità dell'abitazione e del clima, e gli eccessi d'ogni genere, concorrono a farla anticipare. L'influenza di tali cause nell'uomo è troppo evidente; negli animali ha soltanto luogo quando sieno ridotti in istato di **schiavitù,** quale chiamasi più blandemente **domestichezza.** Di questa è primo grado, quando gli animali sono dall'uomo soltanto domati e continuo tendono a racquistare la libertà naturale: secondo grado, quando, tolti dallo stato selvaggio, per assidua cura sono dimesticati: terzo grado, quando nati da genitori discendenti da generazioni già da tempo immemorabile ridotte in domesticità. Molti uccelli carcerati entro gabbie, talora nemanco vogliono nutrirsi, e quasi mai in quello stato si accoppiano: alcuni invece a quella vita s'abituano: altri infine, come il pollame domestico, senz'uopo di gabbia o ceppi, prosperano e moltiplicano. La scimia ad onta dell'apparente idoneità a convivere coll'uomo, vi perdura solo finchè in ceppi: similmente il papagallo. Lo stesso cane, il cavallo, il bue, sfuggiti all'uomo, benchè provenienti da razze addomesticate, sono ritornati selvaggi in America, e vi abborriscono l'uomo quanto le belve feroci. E rifatti liberi, l'agilità nel cavallo è immensamente cresciuta, risuscitato il coraggio nell'asino, aumentata la vivacità nella capra, raddrizzate le orecchie nel maiale, ed il pelame così vario in ciascuna specie ridivenuto uniforme. Onde si ebbe come una contro-prova la proposizione del Geoffroy-Saint-Hilaire, che le molte varietà del cavallo, del bue, della capra, ec., sieno prodotti della domesticità. Nelle praterie *(pampas)* di Buenos-Ayres, cani d'Europa cresciuti in libertà, vivono in società nelle caverne ove ascondono la loro prole (1), e questi cani, siccome que'cavalli e que'bovi, sono difficilmente domabili, e i figli de' figli loro ponnosi solo gradualmente ricondurre all'antica domestichezza.

140. Questo stato di artificiale mansuetudine, è certamente utile per l'uomo, giacchè l'animale è reso domestico per servire ai suoi piaceri ed alle sue indigenze Non per questo però, si dee confondere coll'animale libero: sarebbe confondere la specie degenerata coll'opera del Creatore. L'erbivoro è costretto dall'uomo: a nutrirsi di vegetali disseccati, o per meglio dire **morti,** mentre in natura si alimenterebbe di sole piante verdi o **viventi:** spesso a respirare insalubre aria di stalla invece della pura aria atmosferica: ora forzato a celibato continuo o a mutilazioni assoggettato: ed ora è tolto il parto alla madre, o forzata essa a dar latte, dopo allevata la prole. La pecora è spogliata ogni anno, spesso anche due volte per anno, della sua lana, l'oca delle sue penne, il coniglio del suo pelo e via discorrendo: si ubbriaca la gallina perchè covi, s'acceca il fringuello perchè canti. S'opporrà egregiamente, l'animale è fatto per l'uomo; il saggio agronomo però nel governo degli animali non perderà mai di vista, che quanto più ne forzerà le abitudini, quanto più gli farà sopportare lo stato di schiavo, tanto più li ridurrà degeneri, e soggetti a infermità ed accorciamento di vita.

141. Ciò è così vero che nella provincia di Népal, ove per la *mal-aria* uomo ed animali domestici dovrebbero in breve deperire, vivono impunemente tigri, leopardi, bufali, cervi, ec. Nè quasi tra gli animali selvaggi

(1) Humboldt Tabl. de la Nature. Paris 1850, pag. 126.

dannosi malattie proprie, essendo indimostrata la pretesa febbre del leone in istato di libertà. Dove trova giammai il cacciatore lepri, volpi o uccelli ammalati? dove mai raccoglie il pescatore pesci infermi? dove infine si trovano tra gli animali selvaggi, deformazioni, mostruosità, com'è sì frequente ne'domestici? L'epizoozie sì funeste ai bovini, il calcino sì fatale ai bachi da seta, se negli animali selvaggi s'avverassero alcuna volta, non dovrevbero quando a quando presentare lo spettacolo de'cadaveri loro, mentre se taluno pur se ne trova, di leggieri disvelasi esser perito per estranea cagione? I caprioli e i cervi pascolano, e sanno astenersi da quella specie d'anemoni o d'altre simili piante, dalle quali la capra e la pecora dimesticate più non hanno virtù di riguardarsi, e ne avvelenano. Che se l'HEUSINGER porta esempi d'epizoozie di animali selvaggi (1), sono però molto rari, ed alcuni non affatto indisputabili a fronte dell'epizoozie de' domestici. Anzi riporta casi di morie di cani, gatti, e volatili ed altri animali soggetti a domesticità, sì gravi e tremendi, che non essendosi potuto verificare in quelle medesime epoche moria di analoghi selvatici, se n'induce conferma alla enunciata opinione.

142. Ad onta delle stravaganze de'climi, moria vera d'animali selvaggi non n'è quasi mai risultata. E ad onta delle differenze tanto evidenti negli animali domestici, quali dipendono da diversità di grandezza, di costituzione o di età, migrano a torme di migliaia e migliaia gli uccelli, senza che alcuno sia costretto a rimanersene; e le gazzelle a truppe di 70 a 80 mila percorrono i deserti dell'Africa colla velocità del vento, senza che alcun individuo, o più giovine o più gracile o più vecchio, sia inetto a correre quanto gli altri. PLINIO meravigliando richiedeva, dove andassero a finire tanti topi infestanti le campagne, e con esso è pur da indagar dove finiscano le ossa di tanti animali: chè pur non sempre deono essere da altri divorati. Almeno alla superficie delle acque dovrebbe pure, dice il BELLANI, « finalmente venire a galleggiare alcun cadavere di tanti suoi abitatori, non « fosse altro de'più voluminosi e più vecchi. Sui nostri laghi almeno, sui « quali gli occhi di cento e mille persone sono sempre rivolti, e che tanto « sono abbondanti di pesci, quando mai se ne vedono venir boccheggianti « alla superficie o già morti per vecchiaia? » Lo scoglio di Gibilterra è popolato di scimie, ma ad onta che ve ne siano tante, da anni ed anni non si è veduto corpo morto d'uno di questi animali. Da questi, e cento fatti consimili, taluno giunse sino a conchiudere, indefinitamente durevole l'esistenza dei bruti, quando in istato di libertà naturale.

143. D'altronde pegli animali d'ordine inferiore, la di cui esistenza ha più corta durata, se ne trovano in tal copia gli avanzi, da essere accertata dall'EHRENBERG la formazione di terreni estesissimi, mediante depositi d'infusorii a guscio siliceo, in fondo ad acque tranquille. La piupparte de' tripoli e dei *silex* non hanno altra origine. Oggigiorno veggonsi pure formarsi eguali depositi, e quelli noti sotto nome di *farina di montagna*, secondo il RETZIUS, sono unicamente veri ammassi di cadaveri d'infusorii. Quando poi altri

(1) V. CH. F. HEUSINGER Recherches de Pathologie comparée. Cassel 1844.

cataclismi hanno fatto perire di morte violenta quantità considerevoli d'animali, i depositi di ossa fossili attestano, che se vere morie accadessero, consimili ammassi sopra terra si dovrebbon rinvenire. L'agronomo si limiti a trarne proficuo monimento di forzar sempre il meno possibile le naturali abitudini degli animali, del cui governo deve occuparsi; e ravvisi quanto perciò mal rispondano in pratica certe norme di esclusione d'aria, di trinciamento di foglia, di suffumigi e altre simili, raccomandate per allevare i bachi da seta, la cui condizione igienica riescono poi solo a peggiorare. In somma terrà per avvertenza importantissima; che la vita resiste alle necessità dello stato di schiavitù, ma non di rado, anzichè piegare, più o meno lentamente soccombe.

144. **Influenza della coltivazione sulla longevità delle piante.** A niuno che pratico sia di campagna, sarà sfuggita l'osservazione di quercie, p. es., ed olmi, ove nati spontanei, raggiugnere dimensioni,e longevità maggiore di altre quercie ed olmi trapiantati e coltivati. Gli stessi prati naturali offrono esempi d'erbe, perpetuamente rigogliose; laddove artificiali praterie, ad onta di convenevoli cure e concimazioni, dopo non lungo periodo hanno uopo d'essere rinnovate, perchè quelle mediche, o que'trifogli, o quegli edisari che l'arte vi ha seminati, di rado si conservano per due interi lustri. Volendo discorrere i diversi effetti che risentono i vegetabili dalle molteplici pratiche della coltivazione, l'innesto si rileva meraviglioso per ingentilir piante e migliorare frutti, ma risguardato nell' unico rispetto della durabilità della vita, è indubitatamente piuttosto avversante che favorevole. La recisione di quanto sia seccherеccio, è utile a una pianta; ma la potagione non per certo, avvegnachè in alcuni casi conservi la vita a' vegetali, la cui perdita sarebbe più sollecita, se alquanto non si diramassero. Spesso veggonsi frumento o canape, perchè seminati fitti, maturare e spegnersi anzi tempo, e senz' aver raggiunto il loro normale sviluppo. Contuttociò l'ingegno, per esempio. dell'irrigazione e talora della concimazione, l'esistenza a molte piante annue prolunga: la profondità poi del lavoro sensibilmente protrae il loro termine.

145. Meritano perciò molta ponderazione le parole di quel celebre HUMBOLDT del quale non so se siavi ancora stato più infaticabile, più profondo e più sapiente osservatore della natura. *Les idées de vigueur et de liberté sont inséparables aussi dans les productions de la nature... la culture efface quelque chose du caractère naturel et originaire: elle détruit dans ces organisations entravées le libre développement des parties qui les composent* (1). Se non che si vorrà meglio argomentare di questo problema, **se la coltivazione acceleri o brevii la vita de'vegetali,** quando pel libro V si saranno dicevolmente apprezzate le opportune condizioni, di cui la BOTANICA AGRARIA espone lo sviluppo. Ora è sol uopo aver per fermo, che la coltivazione dee, per quanto è conciliabile collo scopo da ottenere, scostarsi il meno possibile dalle forme e condizioni della vegetazione spontanea, ove si voglia conseguire la massima longevità delle piante: lo che vuolsi inten-

(1) A. DE HUMBOLDT Cosmos. Ediz. cit. II pag. 78 a 79.

dere, sia per la preparazione del terreno e del concime, sia per la moderazione nell'usare del rustico potatoio. Il quale se avesse tocchi quegli alberi di cui è detto al § 137, certo eglino, l'età secolari ivi indicate, non avrebbero nemmeno d'un terzo raggiunte.

SEZIONE IV.

Riassunto.

146. **La natura organica,** non è adunque che la materia **animata,** intendendo per anima quanto può esprimere il vocabolo greco ἄνεμος il cui significato è *aria, vento, respiro*: conciossiachè ambo i regni animale e vegetale, **respirino e aspirino.**

147. Primo distintivo tra l'essere organizzato e l'inorganico, è il carattere della **individualità.** Il quale risulta da *forma propria*, ben *circoscritta*, dotato di *forze intrinseche*, onde quella forma è dall' ente organico acquistata e modificata per modi speciali alla sua maniera d'esistere.

148. È una foggia di macchina viva, fornita di attitudine ad **appropriarsi** quanto occorre, e **rifiutare** quanto nuoce alla sua esistenza. Le successive modificazioni di forma, di dimensione, di constituzione fisica e di composizione chimica, e dei fenomeni onde si appalesa e distingue la forza **vitale,** sia **vegetativa, riproduttiva,** o **dinamica** in ciascuna *individualità* organizzata, onde si caratterizza e circoscrive il suo modo di essere: tutti questi incessanti mutamenti e la loro regolare successione, separano per decisa limitazione l'**organica natura** dall' **inorganica.**

149. La supposta **scala di esseri** onde dal più perfetto si discenderebbe fino alla materia inanimata o minerale, è **inammissibile**, finchè non sussistono fatti evidenti e incontrovertibili di pretta materia inorganica, in qualsiasi benchè infimo ente organico, tramutata. Quindi la **generazione spontanea** risulta manifestamente, se non impossibile, però insussistente, e da rendersi tanto più improbabile, quanto meglio si disvelano i mezzi prodigiosi della natura, per assicurare la moltiplicazione degli individui, e la conservazione delle specie.

150. La natura perciò si compone di esseri i quali tutti si separano, e classificano in due immense divisioni di **organici** corpi e d'**inorganici.**

151. Delle quali due serie l'organica nuovamente si divide e classifica in due grandi regni, de' **vegetali** e degli **animali.** La distinzione fra loro per la celebre definizione di LINNEO non è abbastanza precisa: ed anco l'addizione fatta dallo GMELIN (1) che distingue gli animali per l' attributo del *muoversi*, da non pochi di essi che ne son privi, rimane infirmata. L'unica facoltà realmente più comune agli animali, e negata ai vegetabili, è la **sensitiva.**

---

(1) LO GMELIN in una edizione del *Sistema Naturae* di Linneo così ne modificò la definizione. LAPIDES corpora *congesta*. VEGETABILIA corpora *organisata et viva*: ANIMALIA corpora *organisata et viva*, *sentientia*, *sponteque se moventia*.

152. Tra i corpi organici e gli inorganici esiste **relazione,** non mai **analogia.**

153. Tra le piante e gli animali esiste **analogia,** non tale conformità da stabilire una sola **serie** o **scala** di esseri, nè **metamorfosi,** o trasformazione, sia di animale in pianta, sia viceversa.

154. Gli esseri **organici procedono da esseri organici.** Quelli stessi che più apparentemente sembrano procedere da materia inorganica, o come credevano gli antichi **generarsi della putredine,** sono forniti dalla natura di organi e mezzi per moltiplicarsi, per dare in somma ragione della esistenza delle generazioni successive. Le osservazioni del celebre OWEN sulla riproduzione degli *infusori poligastrici* (1) l'attento esame de'modi di propagarsi delle cuscute e d' innumerevoli piante e animali, dichiarano così necessaria la discendenza de'viventi esseri da viventi anteriori, che la natura ha fornito certe classi di diverse foggie di moltiplicazione, non restandosi a quell'una per veri uovi o semi, mercè l' accoppiamento, fecondi.

155. La **durabilità della vita** degli esseri è **prefinita:** ma la **morte** naturale d'ordinario è prevenuta dalla **morte** accidentale, ed affrettata dallo stato di schiavitù, o domesticità negli animali, e dalla coltivazione nelle piante.

156. La **morte accidentale** per naturali cause **non è prodotta da esseri della stessa specie o famiglia.** L'ombra della quercia ad altra quercia non nuoce: la pianta del frumento, il frumento vicino non ispegne. La quercia e il grano, se in troppo esiguo spazio vegetanti con altra quercia e altro grano, riesciranno meno rigogliosi, perchè non sarà sufficiente nutrimento per tutti; non mai perchè, per natura loro si avversino. Similmente ha il proverbio, *cane di cane non si nutre*, perchè senza estremo difetto di quanto alle funzioni vitali è indispensevole, strage non fa tigre di tigre, nè leone di leone. Forse pur troppo l'uomo solo non di rado per altr'uomo si fa peggio che tigre e leone!

157. Qui fo a me medesimo una questione importante. Conoscendosi la **dissoluzione dell'organica materia in elementi inorganici** perchè l'immenso numero dei viventi si conservi, sarà egli d'uopo ammettere la di lei surrogazione mercè passaggio, o **trasformazione di materia inorganica in sostanza organica?** Senza discutere il valore dello stato e forma otricolare in materie inorganiche, veduti dal BRAME (2) mi paiono assai ponderevoli le deduzioni del citato OWEN. Dalle quali non si può a meno di argomentare: che l'estrema moltiplicazione ed insaziabile voracità degli infiniti minimissimi esseri, loro assegnano, malgrado la picciolezza, una gran parte nell'economia della Natura. Il loro nutricarsi di particelle di materie vegetali e animali, in via di decomposizione, contribuisce efficacemente sia a purificare l'acqua e l'atmosfera, sia alla conservazione della quantità di materia organica esistente alla superficie terrestre. Nel momento che questa materia sciolta o per l'aria o per l'acqua è nello stato di divi-

(1) Edimb. Philos. Iourn. 1. 1843 e Bibl. Univ. de Génève Ianv. 1844.
(2) Compt. Rend. Ac. des Sciences 3 décembre 1849.

sione, e mutamento chimico, immediatamente precedente la sua finale decomposizione ne'di lei elementi gazosi, ed in conseguenza il suo passaggio dallo stato organizzato all'inorganico, questi innumerevoli ed invisibili agenti della Natura danno opera dapertutto ad afferrare particelle organiche in procinto di distruggersi. Così fannole risalire, coll'assimilarsele, nella corrente della vita animale. Conciossiachè divengono essi, e ben presto, in effetto preda d'altri molti piccoli animali; questi poscia a lor volta da' più potenti sono divorati. In tal modo il disperdimento di moltissima materiá organizzata è da minimissimi esseri prevenuto.

158. La natura **inorganica** è a un tempo dell'**organica** e vita, e morte, inquantochè se la **vital forza** appena declini, gli agenti esteriori la soperchiano e spengono. Tenga luogo di prova un esempio. La **forza vitale** resiste in modo sorprendente alla potenza del calore. Senza parlare dei vegetali esposti all'azione del Sole per es. nell'Africa, le scienze notano questo fatto singolare. Il PREP. GIACOMO AMATI, descritto il suo viaggio da Gkelma (antica *Calama* de' Romani) ai *Bagni incantati*, riferì, che le acque erano a più di 80 gr. R. e vi si fecero cuocere uova, eppure « erano molti « pesci guizzanti in quell'acque che scorgevasi e sentivasi bollenti in es- « tremo grado » (1). Estrattone uno coll'amo e di poi gettato nella stessa acqua, invece di rivivere, dopo pochi minuti si estrasse a perfetta cottura. Soppressa adunque per un istante la vita, il calore ricuperava il poter suo sul corpo che l'avea perduta! A questo racconto non pochi scienziati sorridevano, ma il GHIBELLINI affermò, il fatto essersi rilevato anche da ingegneri francesi dimoranti l'Algeria: il LURATI ricordò casi analoghi d'acque termali alle isole Manille: l'ORIOLI citò simili esempi recati da PLINIO, e nei diede ingegnosa ed acconcia spiegazione (2) di cui non occorre intrattenersi.

159. Ma sonovi forze o sostanze inorganiche, in ispecie l'azione suddetta d'intenso calore, di tal efficacia sulla **forza vitale,** che a certi limiti giungono a soperchiarla. Quindi, quando si voglia conoscere se una terra per esempio artificialmente e diligentemente nettata da ogni sostanza organica, sia veramente affatto priva di qualsisia germe o semenza, per isperimentare se vegetazioni spontanee vi si producano, è d'uopo a forte calore assoggettarla. Animali procedenti da generazione spontanea sembrano molti infusorii; e vegetali somiglianti sembrano le muffe di cui copresi il pane. Ma lo SPALLANZANI pel primo vide che soggettati a intenso calore gli embrioni o germi perdono facoltà di svilupparsi; e il PAYEN insegnò di esporre il pane, anche nel suo interno, a calore di 200 centigradi (temperatura ordinaria che tocca alla sua crosta) se vogliasi distruggere la **vitalità** delle sporule o germi delle *Oidium aurantiacum*, ossia fungo costituente la muffa del pane (3). E dappoichè le materie, che per solito al contatto dell'aria sogliono manifestare infusorii o vegetazioni analoghe alle descritte, se togliendo quel contatto, e mercè l'esposizione indicata ad intensa tempera-

(1) AMATI, Viaggio da Milano in Africa nel 1846.
(2) Congresso di Genova. Sezione di Zoologia: sessione 22 settembre 1846.
(3) Comp. Rend. de l'Acad. des Sciences, 3 sept. 1848.

tura, non più ne manifestano, chi non vedrà in questi fatti altrettante **prove dirette contro la generazione spontanea?**

160. Conchiuda adunque l'agricoltore con AULO PERSIO FLACCO

De nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti,

o per volgare con Vincenzo MONTI

. . . . . **nulla crearsi**
Dal nulla, e nulla ritornar nel nulla.

Dichiaramento, *Fo fine in questo luogo alle considerazioni sull'aspetto generale della Natura. Molte proposizioni ho dovuto argomentare compendiosamente, e forse potranno lasciare alcuna impressione d'inesatte o risicose. Il negare il mutamento della materia assoluta inorganica in vivente od organica, non esclude che l'organismo anche d'inorganiche sostanze abbia d'uopo, per la sua composizione ed esistenza. Tuttavolta celebri autori non mancano a sostegno della tramutazione completa della materia inerte, in materia animale o vegetante; e maggiore è il numero di quelli che danno estensione tale al sistema di metamorfosi, da conchiuderne la diretta derivazione delle diverse classi degli esseri, facendoli gli uni dagli altri procedere. Forse avrei dovuto imitare que' sommi naturalisti i quali da queste disputazioni si riguardarono. Ma tenni debito mio di svolgere le proposizioni accennate, per quantunque gravissime e d'altri omeri soma che alla pochezza mia proporzionevoli, perchè mi paiono, interpretate nel modo da me preferito, più acconce a stabilire sani e stabili principii di una teorica agraria sicura e profittevole per la pratica. La quale considerazione non avrei tenuto però a sufficiente motivo, senza il reale convincimento delle opinioni che m'ho preelette, perchè mi appaiono ai fatti più consentanee. Chè i fatti furono sempre per gl'Italiani la prescelta guida in ogni genere di studii. Ancor quando si torturava e sfigurava la Natura per far coincidere, come afferma il* LIBRI, *i fenomeni osservati coll'idee mitologiche: ancor quando i Greci perscrutavano con incredibili sforzi problemi metafisici superiori all'umana intelligenza, gl'Italiani meridionali coltivavano scienze d'osservazione, e seguivano il metodo sperimentale; a modo che le prime più interessanti ricerche anatomiche e fisiche si deono all'antica scuola siciliana. Il prescindere dall'osservazione dei fatti è il maggiore inconveniente di quelle teoriche le quali hanno fatto domandare al* BIOT: Est-ce à dire que les savants ont juré la perte des praticiens? *Aggiugne egli*: Non sans doute; *ma intanto fa conoscere che dapoichè gli agricoltori hanno prova tutto giorno dell' influenza dei* terricci *e* *degli* ingrassi, *è ben singolare, per quanto sia brillante, quella teorica di doversi attenere unicamente a provvedere la vegetazione de' sali minerali che gli possono occorrere. Ora questa è una fra le molte proposizioni ch'io dirò eccessive per non dire esagerate, le quali si vedrà, pei Libri che seguono, come naturalmente vengano o escluse o limitate da considerazioni direttamente discendenti da quelle che m'ho sin qui sviluppate. Ond'io prego coloro cui non sembrassero appieno consentanee ai più accettati principii, a volere riguardare a quanto in ispecie nel VII Libro sarà meglio dischiarato.*

NOZIONI DI GRANDEZZA E MISURA.

161. La materia non esiste senza occupare uno spazio: onde ogni corpo occupa lo spazio corrispondente alla sua **grandezza**, o più esattamente al suo **volume.** Ma per **grandezza** esprimesi ancora una idea astratta indipendente dalla occupazione dello spazio. Così diciamo che il numero 4 è più grande del numero 2. Se però questi numeri s'applichino ad un oggetto, il vocabolo **grandezza** viene a riferirsi all'estensione, e quindi allo spazio da quegli oggetti o corpi occupato. Esprimesi poi col vocabolo di **quantità** e più genericamente, tutto che possa essere suscettivo d'aumento, o diminuzione. Onde la prima delle Scienze COSMOLOGICHE, e la più semplice, è quella che si limita unicamente alla cognizione astratta di grandezze o misure, ossia delle **quantità numerali**, e fu detta dallo AMPÈRE **Aritmologia.** Quanto poi riguarda alla misura e proprietà dell'estensione, compone l'altra scienza ch'è detta **Geometria.**

162. Senza avere ben distinta cognizione di alcune parti elementari di queste Scienze non è possibile comprenderne alcun'altra. L'agronomo ha d'uopo tutto giorno di applicare le diverse regole e combinazioni di numeri o **quantità numerali,** come pure non di rado di tracciare linee e calcolare la figura del terreno e di diversi corpi, ossia le misure e proprietà dell'estensione.

163. Nelle CONSIDERAZIONI GENERALI, sponendo il concetto delle presenti ISTITUZIONI, dissi al § 24 di volerle comporre per chi sappia unicamente quella vecchia istruzione primaria non così animosa da oltrepassare il leggere, lo scrivere e la regola d'oro dell'aritmetica. Suppongo adunque lo studioso d'agrologia abbastanza instrutto delle regole di numerazione, addizione ec. compresa la citata di proporzione. Di buon grado avrei omesso affatto d'intrattenermi su questo subbietto: ma ravvisando nella scienza de' numeri alcune loro proprietà meno note e tuttavia non disutili nella pratica gestione della cosa rustica, sapendo per prova quanto sia vantaggioso in agricoltura possedere quello *spirito di calcolo* tanto essenziale nelle famiglie, nell'economia domestica, nei commerci e nelle industrie di cui prima è quella del coltivare: quindi pel capitolo seguente farò breve rassegna di cotali applicazioni dell'**Aritmetica,** rimettendo al successivo, cioè al V, alcune profittevoli applicazioni dell'**Algebra;** mentre al VI sono riservate quelle similmente facili ed utili da trascegliere nella **Geometria.** Non disgradi l'acquistare le preliminari nozioni indispensabili per apprendere di poi quelle dipendenti dalla Fisica e da tutte l'altre scienze, da cui l'agricoltura può veramente trarre la sua fondamentale scienza ch'è l'**Agrologia.** Probabilmente, *si Deus opem tulerit,* o per volgare, se a tanto mi basti la povertà della mente, il novello sistema da me seguìto, affine di rendere men pedagogico e noievole che si possa, questi studii, non li renderà meno intendevoli e discretamente proficui.

164. Quasi tutti gli scrittori georgici ommisero affatto di parlare d'aritmetica, e tanto più poi d'algebra; taluni però n' hanno dato esempio. Io tenni tanto più dicevole il seguirlo, inquantochè veggo odierni celebri autori

servirsi di cifre e segni d'aritmetica ed algebra con raggruppamenti artificiosi che provano il loro ingegno, ma non rispondono ai fatti. Le matematiche. e quanti rami da essa dipendono, sono per verità mezzi per condurre a **risultati** esatti, incontrastabili, semprechè esatti, incontrastabili sieno i **dati** su quali si fonda un'operazione; semprechè il problema sia considerato nel suo vero e completo aspetto; semprechè insomma l'incognita ricercata si tragga da quantità reali non solo, ma queste vi sieno nel numero e forma in cui vi deono essere. Laonde la **risoluzione** sarà sempre dipendente dal **criterio,** con cui sarà compresa la **questione.** Non è guari anni in Francia tutti chiedevano semi di cavolo gigante che otteneva il sig. BILLADEAU, perchè cresceva sino a raggiugnere una circonferenza di 17 metri! Ora chi avesse calcolato che sovra eguale spazio di terreno poteano ottenersi 25 cavoli de' migliori, di ordinaria grandezza, avrebbe conchiuso che la terra nulla più produceva essendo coltivata con una specie, o coll'altra, e risparmiato di spendere un franco per ogni seme del cavolo colosso solo dagli altri differente pel richiedere più concime e lavoro.

165. Quando le matematiche sono soggetto di applicazione, il pericolo d'errare è più facile, perchè il calcolatore non si occupa più del solo **quantum.** Le infinite combinazioni di cifre, isolatamente così *certe* e *rigorose*, quando contemplano anche le **qualità** degli oggetti cui si vonno applicare, ricadono nel dominio dell'incerto. Dunque, ripeto, la loro esattezza è proporzionale alla maggiore o minor capacità di chi ne scopra e confronti i veri elementi. In agricoltura sono continui gli errori di questo genere, anche quando trattisi di semplici accozzamenti di cifre aritmetiche. Un agronomo, il BONAIRE, calcola che una tale estensione di terreno può contenere 1500 piante di formentone. Valutando il prodotto a tre pannocchie per pianta si hanno 4500 pannocchie, le quali dando ogni 500 più d'un ettolitro di grano, se ne avranno almeno 9 ettolitri il cui valore può essere . . . . . L. 120

e più in fiori, gambi e foglie . . . . » 2 50

Detraendo per concime lir. 32, altrettanto per lavori, e 6 lire circa per tasse, si ha una spesa totale di 70 lire, e rimane un'entrata netta di lir. 52 50. Un altro invece, il LENOIR, valuta solo un prodotto di ettol. 6 il cui importo calcola solamente lir. 60: ma il fogliame lo calcola 7: onde in tutto lir. 67; dalla quale somma se si detraggono le anzidette spese di lir. 70 risulterà una perdita di 3 lire. Con questi due calcoli il formentone sarebbe secondo l'uno da coltivare, secondo l'altro da proscrivere. E nondimeno sarebbe mai possibile l'una o l'altra conchiusione, quando per sifatto modo tra loro si combattono e si elidono? I calcoli aritmeticamente sono giusti: solo l'adeguato discernimento è manchevole, perchè il concetto da ricavarne non dee in lode o discredito della innocente pianta conchiudere, ma sì della qualità del terreno che al primo agronomo ha dato ettolitri 9 e soltanto 6 al secondo, che inoltre l'ha valutato a minor prezzo del primo. Vi ha di più ancora e cioè: si è voluto al prodotto ottenuto dal secondo, assegnare il dispendio fatto dal primo, mentre questi ebbe forse ricolto minore anche perchè meno largheggiò di lavoro e concime.

166. Ho trovato altrafiata un celebre chimico calcolare la conversione del foraggio in grasso animale, basandosi sulla razione o mangime dato ad al-

cune giovenche, e calcolando sulle deiezioni di giovenche nutrite presso altro celebre chimico. Nè vo' soggiungere più altri esempli: credo presso chi conosce l' importanza di calcolare gli effetti d'un attrezzo, o d'una macchina rusticale, i risultati di una combinazione chimica, le spese e i guadagni d'una intrapresa agricola ec. ec., oltre quanto ho avvertito ai § 158 e 159, credo, dissi, a sufficienza giustificato (1) il divisamento d' intrattenermi brevissimamente sovra alcune utili nozioni di calcolo aritmetico, e algebrico. Più ancora poi riguardando all'odierno tempo me ne convinco, perchè reputo sovratutto al saggio economo rurale, importantissimo il porsi in grado di non essere per altrui sagacia, troppo spesso ingannato.

Reputo infine soverchio il riaffermare la opportunità di offerire alcuni teoremi principali di GEOMETRIA; senza della quale è impossibile comprendere molta parte dell' **Agrologia**, e giudicare con sicurezza di non poche pratiche dall' **Agronomia** additate. La stessa etimologia del suo nome, derivando da *γέα* che significa **terra**, e da *μέτρον* **misura**, rivela le sue fondamentali attinenze coll' arte di coltivarla. Oltracciò, se vero narrano STRABONE ed ERODOTO, i quali concordemente l'affermano, gli allagamenti del Nilo, ricoprendo il basso Egitto di nuovi strati di terra ed asportando qualunque limite o confine de' privati possedimenti, insegnarono a que' popoli la scienza di misurare le figure e grandezze de' loro terreni per riconoscerne i confini, appena smaltite le acque. Senza disputare l'esattezza di quest' origine, l'agricoltore può agevolmente persuadersi dell'utilità di parecchie nozioni essenziali di GEOMETRIA, quando rifletta che da essa si apprendono tutti i mezzi di studiare, misurare, paragonare e generare le estensioni, le superficie, i volumi, le quantità. Non essendovi lavoro, nè prodotto dell' industria agraria che non si riferisca ad un' estensione, ad una superficie, ad un volume, e s'è cavo, ad una capacità, rimane, senza altro dire, troppo evidente l'importanza delle più elementari nozioni di GEOMETRIA. Le quali, come ho espresso al § 163, saranno da me svolte in modo abbastanza intendevole, da non aver ricorso a trattati speciali; ma ristrettamente a quanto per vero agronomo è indispensevole a sapere.

---

(1) **Omnia in mensura et numero, et pondere disposuisti (Domine) LIB. SAPIENTIÆ Cap. XI v. 21. — Mundum regunt numeri: PLATONE.**

CAPITOLO IV.

Sezione I. Sistemi di numerazione. Sistema ordinario — duodecimale — binario: positivo — negativo. Sezione II. OPERAZIONI FONDAMENTALI — Somma — Sottrazione — Moltiplicazione — Divisione. Sezione III. FRAZIONI COMUNI — numeri primi — divisibilità de' numeri — le quattro regole. — Sezione IV. FRAZIONI DECIMALI — Conversione delle frazioni ordinarie nelle decimali — delle decimali nelle ordinarie. Sezione V. NUMERI COMPLESSI. Sezione VI. POTENZE E RADICI — potenze e radici quadrate — dette, cubiche. Sezione VII. PROPRIETÀ speciali di alcuni numeri. — RELAZIONI — per differenze e quozienti — proporzioni — progressioni. Sezione VIII. LOGARITMI. Sezione IX. PROBLEMI. Sezione X. ARITMETICA SOCIALE. — SISTEMA METRICO.

167. **Ragguaglio storico.** Ho detto altrove che agli antichi popoli dell'*Hindoustan* devonsi le cifre ordinarie de' numeri, le quali diconsi *arabe* (1). Leonardo FIBONACCI di Pisa ne fu l'introduttore o quegli che in Europa ne recò la cognizione nel suo *Abacus* scritto nel 1202. L'invenzione delle frazioni decimali però, è attribuita ai Veneziani nel XIV secolo.

L'economia rurale ha principal uopo della **scrittura doppia.** Or questa pure è invenzione italiana, e per comune consentimento suole già dirsi *metodo italiano.* Il prof. VACCOLINI, citato dal RAMBELLI, fornì questa indicazione: « I Lombardi furono i primi a rallegare le partite, trasportandole a due conti « attivo e passivo, aperti in un libro solo, additando così la via di stabilire la « *scrittura doppia.* Angelo PIETRA monaco, pubblicò nel 1586 il suo *Teorico* « *pratico* indirizzato agli economi, registrando in *doppio* rendite e spese del « monastero di Oriano. Gl'Inglesi seguirono il metodo italiano, fino a quello « del *Jones* che non pare in essenza diverso dal nostro; i Francesi e gli « Olandesi non si partirono dalle traccie italiane: e *quindi l'eccellenza di* « *questo sistema non patì giammai ingiuria che lo deformasse, e nel corso quasi* « *di tre secoli, lo fe' sempre vittorioso da gravi conflitti, e regna ancora senza* « *ostacoli e senza timore di essere proscritto* (2). »

Volendo tener conto delle più antiche pratiche italiane in agricoltura e scienze affini, non sia inopportuno rammemorare che se gli Etruschi non furono i primi popoli antichi italiani, furono certamente de' più potenti ed illustri. La loro capitale era Felsina ossia Bologna; aveano strade che si estendevano sino nell'Iberia (3), fortificazioni che ancora fanno meravigliare per la loro imponente solidità, dipinture i di cui colori, dopo secoli e secoli si conservano brillantissimi; tutto annunzia l'estensione delle loro cognizioni meccaniche e chimiche. Si conosce il loro alfabeto, non però la

---

(1) A stima del Brière, *nos chiffres européens viendraient de l'alphabet arabe en usage parmi les Africains.* Comp. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. 19 (1844), pag. 1406. Così parlavasi a pubblico consesso come se l'opera del LIBRI non fosse pubblicata del 1838, e stampata in francese ed in Parigi!

(2) GIUSEPPE BACCARINI. Opuscol. *citato* dal *Rambelli,* ivi loc. cit. pag. 191.

(3) NIEBUHR, Hist. rom. tom. 1, pag. 185 citato dal LIBRI.

loro lingua. Similmente si conoscono alcune delle loro cifre numeriche, non molto dissimili dalle romane, fuorichè sono rovesciate (1), ma n'è ignoto il sistema di numerazione. Certo, come osserva il LIBRI (2), presso i popoli anteriori ai tempi storici esistevano diversi sistemi di numerazione che aveano basi differenti. Presso gli Etruschi pare vi fosse un sistema analogo a quello de' Greci e de' Romani, sulla base del 5, ed un altro secondo i moltipli del 4. Da questo procedeva la settimana di 8 giorni, corrispondente alla grande settimana *cosmogonica*: come pure la divisione del Cielo in 4 parti colla suddivisione di ciascuna in altre 4, onde il detto di PLINIO che i Toscani dividevano l'aspetto del Cielo in 16 parti (3). Ricorderò pure che alcuni giunsero a pretendere che PITAGORA fosse italiano: ma il TIRABOSCHI fece conoscere l'inesattezza ed insufficienza degli argomenti addotti, per desumerne la prova positiva. Solo rimane accertato avere egli vissuto lungo tempo in Italia e quanto era celebre la penisola in fatto di scienza fino da quell'epoca. In ispecie i filosofi siciliani aveano tali cognizioni d'ARITMETICA, che dalle sue leggi, e da quelle dell'armonia faceano dipendere l'ordine dell'intero universo (4). E in Sicilia molti Greci, imitando l'esempio di Platone, accorrevano in cerca di libri e di scienza. Dipoi tra i Romani ci rimane indubitato che VARRONE scrisse di geometria e di astronomia ed anche d'ARITMETICA, ma questi scritti sono perduti.

168. Sarebbe opera ben commendevole, ma soverchia in queste Istituzioni, l'investigare e far di pubblica ragione le molte scoperte dovute agli Italiani nella scienza dei numeri. Soggiugnerò solo che il celebre PACIOLO (Frà Luca), discepolo di Domenico BRAGADINO diè la soluzione con metodo ingegnosissimo di diverse equazioni indeterminate, la somma di certe serie numeriche, e una tavola de' *numeri perfetti* (5). Vi si mostra, forse per la prima volta il *calcolo delle probabilità* in alcuni problemi relativi a partite da giuoco, e l'applicazione dell'algebra alla geometria. È anzi anteriore al citato Angelo PIETRA, vedendosi nella *Summa* del PACIOLO per la prima volta discorso di *tenuta dei libri in* **partita doppia.** Avea egli, il PACIOLO, preso a modello la *Pratica della geometria* del ricordato FIBONACCI (6), e si valse pure della cooperazione dell'altro celebre Leonardo, DA VINCI.

Più innanzi rileverò una delle più mirabili proprietà de' numeri, la cui discoperta è attribuita al TUMER, e deesi al messinese MAUROLICO; nè mancherò qualche volta, dove cada in acconcio, di rilevare quanta ancora in questa scienza si fosse in ogni tempo la prestanza degl'Italiani.

---

(1) ORIOLI, Opuscoli lett. di Bologna, tom. 1, pag. 208. INGHIRAMI, Mon. Etruschi Firenze 1825, tom. 1, pag. 410 e 411, citati dal LIBRI.
(2) Hist. des Mat. en Italie, Paris 1838, tom. 1, pag. 16.
(3) PLINIO, Historia Naturalis, Lib. II, cap. 54.
(4) LIBRI, tom. 1, pag. 30. Ediz. cit.
(5) *Summa d'aritmetica e di geometria.* Venezia, 1494. Dipoi compose il PACIOLO la *Divina proporzione* che nel 1509 dedicò a P. Soderini, gonfaloniere della repubblica di Firenze.
(6) Al FIBONACCI, detto Leonardo da Pisa, si deve pure l'introduzione dell'algebra riportata dagli Arabi, come sarà detto più innanzi.

SEZIONE I.

Sistemi di numerazione.

169. L'idea di **numero,** dichiarava un giorno all'Istituto di Francia il celebre matematico LACROIX, essere difficilissima a definire. È però da ognuno agevolmente compresa, come esprimente quante **unità** o parti di unità compongano una data **quantità**, semprechè si riferisca a **quantità numerale**, perciocchè quantità esprima eziandio l'estensione.

170. **Unità.** In mezzo ad un gruppo di cose simili, l'attenzione concentrandosi sovra una sola di esse, ne risulta l'astrazione dell'**unità.** Poi recandosi ad un'altra senza smettere l'idea di quella prima, nasce il concetto dell'**unità** aggiunta a se stessa, e via dicendo d'un **numero** di volte, quante sono quelle cose simili cui si riferisce. Quindi il **numero** è il risultato del paragone d'una grandezza qualunque colla sua **unità.**

171. Ma l'**unità** può intendersi composta di **parti** eguali fra loro, e queste d'altre parti pure eguali, composte. Il calcolo delle parti in cui intendesi divisa l'unità, costituisce il sistema delle **frazioni, ordinarie, decimali** ec.

172. Nè *grandezza* nè *piccolezza*, assolute, esistono in natura, ma solo relative: perciocchè una pecora può essere *grande* rispetto ad altra pecora, e *piccola* rispetto a un bue, a un cavallo; i quali se sono *grandi* rispetto a una pecora, sono *piccoli* rispetto ad un elefante. Quindi la necessità di scegliere in ciascuna **quantità** una tale **quantità fissa,** cui riferire l'altre della stessa specie. Ed è cotesta quantità fissa cui si dà nome d'**unità.** Per misurare il *tempo*, per esempio, si adotta il *giorno* per **unità;** per la *distanza* il *miglio* o il *chilometro*; per le somme di denaro la *lira*; pei *pesi* la *libbra* o il *chilogramma* ec.

173. **Unità universale.** Ecco adunque definizioni non che agli agronomi, a tutti notissime. Tuttavolta gli uomini non pervennero ancora ad intendere abbastanza che ad una sola grande famiglia pertengono, per istabilire di comune accordo quelle tali **quantità** fisse cui si dà nome di **unità.** Nel qual caso gli oggetti più noti potrebbero ovunque riferirsi ad una **quantità** universalmente riconosciuta per **unità,** per tutti comune. Perchè il rame, l'oro, l'argento non possono avere dapertutto una **unità** di moneta cui tutte l'altre monete sieno proporzionali? Perchè invece della *biolca*, *giornata*, *tornatura* non si adotta ovunque l'*ettare*? perchè in luogo del *piede*, *braccio*, *canna* non il *metro*? e così il *litro* e via discorrendo, mentre tutte le industrie e tutti i commerci ne vantaggerebbero, ed in ispecie ne' tanti agricoli negozi non pochi inganni ed errori si eviterebbero?

174. Male perciò s'appongono quegli agricoltori che disconoscono od avversano l'adozione del **metrico sistema,** di cui sarà meglio detto più innanzi. Quanto più le libertà commerciali verranno per universal profitto ampiamente sviluppate, quanto più il libero scambio conseguirà suo naturale e legittimo impero nel mondo civilizzato, tanto più è d'augurare che almeno tutta Europa accetti ed adotti un sistema d'**unità** uniforme per ogni specie di misure, di volumi, di pesi, di tempo e di denaro.

175. **Numerazione ordinaria.** Tutti conoscono nella **numerazione** l'arte d'esprimere tutti i **numeri** possibili, mediante segni o caratteri che diconsi **cifre,** delle quali una è lo **zero** e l'altre indicano progressivamente i numeri dall' **uno** fino al **nove** inclusive. A vece di questi 10 segni o **cifre**, i Romani usarono le lettere seguenti, chiamate perciò *lettere numerali.*

LETTERE	I	V	X	L	C	D	M.
VALORI	1	5	10	50	100	500	1000

176. Nella **numerazione ordinaria** è da distinguere il modo di *scriverla* e il modo di *leggerla* (1). Dopo l'invenzione dell'ALGEBRA l'uso delle lettere a lei rimase, ed all'ARITMETICA quello delle cifre: onde poi l'ALGEBRA può ancora considerarsi come un' **Aritmetica letterale,** chiamando **Aritmetica numerale** quella, che a sole cifre si riferisce. In essa, come a tutti è noto, ogni cifra collocata a sinistra d'un altra, rappresenta delle **unità** dell'ordine immediatamente superiore a quello della cifra ch'è a destra; ma se si tratti di frazioni decimali accade precisamente l' inverso (2). Per distinguere i numeri **ordinarii** dai **decimali** usano alcuni di frapporre una virgola. mentre altri l'adoperano per separare le migliaia, i milioni ec. Similmente alcuni vorrebbero che dopo le centinaia di milioni si enunciassero le cifre d'ordine superiore colle migliaia, e centinaia di migliaia di milioni. Quindi se per esempio trovasi che per formare il peso di cinque *milligrammi* si calcolano 30831230000128 molecole di luce, alcuni enunciano che ne occorrono *trenta bilioni ottocentotrent'un mila ducentotrenta milioni e centovent'otto*, mentre altri l'esprimono con *trenta trilioni ottocentotrent'un bilioni dugentotrenta milioni centovent'otto.* Perciò affinchè non accada equivoco in queste diverse significazioni, giovi il Prospetto seguente, a indicare per mo' d'esempio un numero distinto colla virgola e punti, e le significazioni ivi indicate, cui qualsiasi altro si può riferire, quando non ecceda gli esposti limiti, cui non è però frequente uopo d'oltrepassare.

(1) L'attuale sistema di numerazione fu adoperato in Europa dagli Arabi che dagli Indiani l'avean appresa: onde per costante tradizione e dagli Arabi e dai Greci il sistema decimale fu detto *calcolo indiano.* Tuttavolta questo sistema non ci è pervenuto colle cifre arabe ossia indiane, perchè si trova in quasi tutti i sistemi antichi d'aritmetica letterale in cui le prime 10 lettere dell'alfabeto esprimevano i 10 primi numeri, e le altre indicavano le decine, le centinaia ecc: i numeri intermedii si facevano per addizione o sottrazione. Si è pure trovato il numero cinque nella mitologia americana. Gli Azechi ammettevano cinque età del mondo ed avevano, per riferimento dell'Humboldt, una settimana di 5 giorni, come gli Scandinavi, i quali inoltre dividevano il giorno in cinque parti secondo l'uso Persiano.

(2) È curiosa la variazione de' numeri cardinali. In italiano i numeri hanno un nome proprio dallo zero, uno, ec. fino al sedici: ma il diciasette ec. sono numeri composti di unità e decine. In francese dallo *zero*, *un* ec. si arriva al *seize* e poi similmente si ha *dix-sept* ecc.

TAVOLA SINOTTICA

DEL SISTEMA DI NUMERAZIONE.

Progressione ascendente.												Progressione discendente.										
Centinaia di bilioni	Decine di bilioni	**Bilioni**	Centinaia di milioni	Decine di milioni	**Milioni**	Centinaia di migliaia	Decine di migliaia	**Migliaia**	Centinaia di unità	Decine di unità	**UNITA'**	Decimi d'unità	Centesimi d'unità	**Millesimi**	Decimillesimi	Centomillesimi	**Milionesimi**	Decimilionesimi	Centomilionesimi	**Bilionesimi**	Decibilionesimi	Centobilionesimi
3	2	4.	2	3	5.	7	5	9.	1	4	2,	3	6	7.	4	2	1.	5	3	2.	5	7

177. La **numerazione duodecimale** offre il vantaggio che il numero 12 si divide esattamente pe'numeri 1, 2, 3, 4, 6. Secondo alcuni il numero delle dita d'ambo le mani avrebbe insegnato il sistema decimale: secondo altri le quattro dita d'ogni mano avendo ciascuna tre articolazioni, avrebbero dato origine al sistema **duodecimale**. La fig. 19 indica abbastanza come il pollice della mano destra può indicare nelle articolazioni o falangi delle dita di essa i dodici primi numeri, mentre quello della mano sinistra, come appare dalla fig. 20, accenna alle prime dodici decine: onde con questo mezzo si ha la espressione di tutti i numeri dall'1 al 132. Ma l'antica divisione della *linea* in dodici *punti*, del *pollice* in dodici *linee*, del *piede* in dodici *pollici* ed altri simiglianti non ammettono la facilità nelle operazioni aritmetiche, conseguente dal sistema **decimale**. D'altronde l'uso delle dita come mezzo per contare, meglio si riferisce al **decimale**. In fatti trovasi in OMERO, Proteo contare per questo modo, cinque a cinque i suoi vecchi marinai. Anco le lettere de' Romani sembrano l'espressione de' segni più facili a farsi colle dita. I numeri I, II, III, IIII sono linee che colle 4 dita si rappresentano, mentre il pollice aperto coll'indice, o l'indice col medio

Fig. 19

Fig. 20.

aperti figurano il V, cioè il 5; essendo poi altrettanto facili a farsi il L, il C, il D, come il M, e l'X più di tutti (1).

178. Il **sistema binario.** Usato per la **numerazione** il sistema **binario** consta di due sole cifre o caratteri. Seppero valersene gli antichi: potendosi difatto soltanto col 0 e col 1 rappresentare tutti i numeri. Avendo per disgrazia contadini così addietro da non sapere scrivere i numeri comuni, può esser utile apprender loro a significare con due soli tratti uno più corto e uno più lungo, i diversi numeri pel modo che segue:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30
ı	ıı	ııı	ıııı	I	Iı	Iıı	Iııı	IıI	II,	II,	III,

e quando si vive di spesso in campagna, è facile rilevare, come i *capi d'opere*, e gli stessi lavoratori hanno sempre uopo ed usano di notare con tacche in bastoncini, o con altri diversi modi la numerazione delle giornate, de' covoni, delle misure d'uve, delle fascine ec.

179. I Chinesi si valeano d'analogo sistema e per questo modo rappresentavano i numeri

Fig. 21.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 ec.

Il qual metodo chinese (2) che nel libro *Je-Kim* ha 63 figure fu di-

(1) Presso popoli Americani la numerazione per 20 pare derivata dal numero dei diti delle mani e dei piedi: e secondo lo stesso HUMBOLDT con semplici geroglifici figuravano le potenze diverse del 20, lo che fa conoscere che colle loro 20 cifre elementari sapevano essi potersi esprimere qualsiasi numero. Di più l'HUMBOLDT ha fatto rimarcare che non solo in America il numero 5 s'esprimeva generalmente colla parola con cui si denota la *mano*, ma che ciò è pure analogo nella lingua persiana.

(2) Però i Chinesi dividevano l'anno in decadi, in doppie decadi, e in mezze decadi; sistema che trovasi pure tra gli Scandinavi. *Notices des manuscrits de la bibl. du roi T. XI, 1.e partie, pag.* 151 *et* 152.

Il souan-pan, o macchina aritmetica de' Chinesi fu introdotta in Europa dai Tartari di Batou, macchina ancora d'uso popolare in Polonia ed in Russia. *Mem. de l'Acad. des inscript. et belles lettres.* 2 *Serie T. VII, pag.* 418. Guglielmo LIBRI da cui derivo queste indicazioni, dà pure le cifre chinesi de' numeri quali offre la fig. 22 e 23.

Fig. 22. Fig. 23.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 43 55

一 二 三 四 五 六 七 八 九. 十 二2 四4 五5

十10 三3 五5

Il loro attual metodo di scrivere diecine non è più quello della fig. 23, ma dispongono verticalmente le linee orizzontali esprimenti le unità onde II vale 20, III vale 30 ec.

Oltre il *sistema binario*, ha esistito un *sistema ternario*: i Baschi aveano un periodo di 3 giorni, come pure i Muyscas in America. Invece i Traci aveano un sistema *quaternario*.

chiarato dal LEIBNITZ mediante il **sistema binario** nel modo che segue, componendolo di 0 ed 1:

0	1	2	3	4	5	6	7	8
000000	000001	000010	000011	000100	000101	000110	000111	001000
9	10	11	12	13	14	15		
001001	001010	001011	001100	001001	001110	001111	ec. ec.	

180. Una **proprietà de' numeri,** la cui cognizione può essere utile ai pratici, dà facoltà di fare tutte le pesate che si vogliano, avendo pesi rappresentati dai numeri

1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 ec.

ciascuno de' quali è doppio di quello che lo precede. Volendo pesare *tre*, si pone da un lato della bilancia il 4 e dall'altro l'1; per avere per es. 55, da un lato si pone il 64 e dall'altro l'1 coll'8; e per questa guisa si può pesare dall'1 sino al 1024, possedendo soltanto li 11 pesi suindicati.

181. Similmente colla serie

1 3 9 27 81 243 729 ec.

nella quale ogni numero è triplo del suo precedente, per acconcia guisa sommandoli e sottraendoli fra loro, si ottengono tutti i numeri interi compresi fra l'1 e l'ultimo della serie. Infatti ponendo da un lato della bilancia l'1, e il 3 dall'altra, si ottiene il 2: se il 9 da un lato e l'1 col 3 dall'altro, il 5: se vogliasi il 699 basta porre da un lato il 729 e dall'altro il 3 col 27, e via dicendo.

182. Il **sistema positivo-negativo** all'enunciate proprietà de' numeri si riferisce. Ed è così detto perchè chiamansi *positive* le quantità da aggiugnere, e s'indicano facendole precedere dal segno + che pronunciasi **più;** e diconsi *negative* quelle da sottrarre, notandole col segno — che pronunciasi **meno**. In generale l'ARITMETICA s'insegna senza l'utilissimo aiuto di questi segni; del cui vantaggio può subito convincersi l'agricoltore quando pensi che colle sole tre cifre 1, 3, 9 può rappresentare comodamente i 10 numeri, nel modo che segue, avvertendo che il segno = significa **eguale.**

$1 = 1$	$5 = 9 - 3 - 1$	$8 = 9 - 1$
$2 = 3 - 1$	$6 = 9 - 3$	$9 = 9$
$4 = 3 + 1$	$7 = 9 - 3 + 1$	$10 = 9 + 1$

del che alcuni commercianti si giovano col disporre convenevolmente i tre pesi 1, 3, 9, ripartendoli ne' piatti della bilancia.

183. È notevole che i Romani conobbero il sistema **positivo-negativo** in quanto che il valore della lettera numerale dipende dalla sua posizione. ossia secondo la medesima è da sottrarre o da aggiungere. Così VI vale 6, ossia quanto V + I, mentre per l'opposito IV vale 4, cioè V — I ec.

184. **Segni.** Nell'algebra si usano **segni** che nella moderna ARITMETICA, come ho detto, da pochi sono adottati, mentre da tutti il dovrebbero essere. Facendo seguito al § 178, sono essi:

il segno + che enunciasi **più**, il quale posto tra due quantità indica doversene fare la somma;

il segno — che dicesi **meno,** e posto tra due quantità, indica di sottrarre la seconda dalla prima;

il segno × che s' enuncia **moltiplicato per**, e posto tra due quantità, indica doversene fare il prodotto;

il segno = che pronunciasi **eguale,** ed indica che l'insieme delle quantità da cui è preceduto, eguaglia l'insieme di quelle che gli succedono;

i segni ( ) o **parentesi**, esprimenti il risultato delle operazioni indicate sulle quantità tra cotali segni comprese.

185. Cotali segni + e — furono adottati dallo STIFELS ed altri tedeschi quando, al principio del secolo XVI, Scipione del FERRO matematico di Bologna pervenne a risolvere la prima equazione di 3.° grado, ed aprì, coll'encomiato PACIOLO (§ 164), l'ingresso alle scienze onde penetrare la risoluzione delle equazioni superiori. Il segno = venne introdotto dal RECORD inglese, mentre il segno × per la moltiplicazione lo fu forse dall' OUGTRED, intantochè l'HARRIOT vuolsi inventasse i segni > **maggiore** e < **minore,** de' quali, come d'altri similmente occorrevoli, sarà detto più innanzi.

SEZIONE II.

Operazioni fondamentali.

186. Gli etimologisti pretendono derivare il vocabolo **calcolare** da *calculus* piccola pietra, perchè gli antichi Greci e Romani si servissero di piccole pietre per fare le loro supputazioni aritmetiche. Forse al vero si appongono come quando derivano la parola **carato** dall'arabo *kouara,* nome del *coralodendron*, albero i cui frutti colore di corallo vuolsi servissero di pesi ai Shangalli, nelle prime ere del mondo, pel commercio dell'oro (1). Altri pretendono che **cifra** provenga da *sefira* o *sifra*, la cui radice *safar*, in lingua d'arabo suona **contare.** Nel fatto, sta che le **regole fondamentali,** ossia prime operazioni dell'Aritmetica, sono ab antico notissime.

187. **Somma,** e **sottrazione.** Tutte le operazioni fondamentali si compendiano nell'aritmetica in queste due di **accrescere** un numero, o **diminuirlo.** La **moltiplicazione** e la **divisione** non sono che diverse maniere di **somma** e di **sottrazione.** Stimo superfluo descriverne la materiale esecuzione.

188. **Applicazione di somma.** Abbiansi 10 **biche** di fieno disposte entro lungo prato in retta linea a 20 metri distanti l'una dall'altra, e debbansi tutte, ov' è la prima, trasportare. Se vogliasi sapere quanto viaggio dee farsi col carro a tal fine, occorre il caso della **somma,** come segue:

per la	2.ª bica dee percorrere il carro	. . .	metri	400
»	3 dee percorrere 400 metri di più, ossia		»	800
»	4 per altri	400	»	1200
»	5 » . . .	400	»	1600
»	6 » . . .	400	»	2000
»	7 » . . .	400	»	2400
»	8 » . . .	400	»	2800
»	9 » . .	400	»	3200
»	10 » . . .	400	»	3600
				180000

(1) Amusements philologiques. Sec. Ed. pag. 312.

È facile comprendere che chi avesse sommato le sole distanze da ciascuna bica a quella prima, avrebbe commesso l'errore di trascurare il viaggio a vuoto del carro. Onde si prova che anco nelle più semplici operazioni aritmetiche non basta l'esattezza del calcolo ma occorre prima investigare e concepire il problema a dovere.

189. **Applicazione di sottrazione.** La stessa ricerca si potrebbe risolvere per via di sottrazione, supponendo che si cominci il trasporto dall'ultima **bica.** Infatti

per la 10.ª bica il carro dee percorrere	. .	metri	3600
» 9 dee percorrere 400 metri di meno	.	»	3200
» 8 » 400 »	. .	»	2800

e così via dicendo: ma il calcolo rimane più complicato, perchè bisogna far prima la somma di tutte le distanze tra bica e bica per conoscere quanto disti l'ultima dalla prima: dipoi sottrarre da questa somma il tratto di 200 metri ch'è tra ciascuna successivamente, indi sommare tutti i **resti** risultanti in quelle parziali sottrazioni. Onde si prova che per più modi si può risolvere un problema, ma solo dal giusto concetto del medesimo si trae il criterio per attenersi al più diretto e più breve.

190. Quando si abbiano a **sottrarre** più numeri dalla somma di parecchi altri, si può evitare di fare le addizioni parziali. Basta rammentare l'evidente principio che il **resto** d'una sottrazione non cambia, quantunque si aggiugna o si tolga la stessa quantità ai due numeri, di cui l'uno dall'altro si sottrae.

191. **Applicazione.** Siensi riposti in un granaio, prima 256243 chilog. di riso; poi 84564, indi 3252, e infine 26848. Una prima vendita sia stata di chil. 102942, poi di 3654: indi di 2308. Si voglia conoscere senza ricorrere a parziali somme dell' *introito* e dell' *esito*, quanto ancora ne rimanga. Non si ha che a disporre que' numeri come segue:

256243	
84564	A
3252	numeri da sommare
26848	
102942	B
3654	numeri da sottrarre
2308	
262003	Resto

Risparmio i particolari dell'operazione perchè li suppongo abbastanza noti.

192. **Moltiplicazione.** Scrivere $4 \times 4 \times 4$ è lo stesso che scrivere $3 \times 3 \times 3 \times 3$, oppure 4×3 ovvero 3×4; vale a dire tanto fa moltiplicare il numero 4 per 3, ovvero il 3 per 4 quanto sommare tre volte il 4, oppure il 3 quattro volte. In questo caso e ne' consimili la **moltiplicazione** è realmente un'**addizione abbreviata.**

193. **Applicazioni.** Si hanno 120 covi di frumento e trebbiatone uno ha dato 9 chilog. di grano. Senza sommare centoventi volte il numero 9 scriverò 120×9; cioè moltiplicando il 120 per 9 oppure il 9 per 120 tro-

verò che da quel frumento si deono ricavare 1080 chilog. di grano — Se debbano pagarsi 7 lavoratori per 6 giorni, a 4 lire ognuno per ciascun giorno si scrive $7 \times 6 \times 4$ ovvero $4 \times 6 \times 7$ o anche $7 \times 4 \times 6$, ed eseguite le moltipliche parziali di 4×6, o di 6×7, o di 7×4 si ottiene una delle espressioni $24 \times 7 = 42 \times 4 = 28 \times 6$ da cui si ricava il prodotto unico 168.

194. A tutti è nota la tavola PITAGORICA, il cui uso è di tale comodezza da non riuscire a mia stima inopportuno il riprodurla in questo luogo, e stendendola più che non si suole, cioè sino al N° 15×15.

Tavola Pitagorica

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	**4**	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
3	6	**9**	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
4	8	12	**16**	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
5	10	15	20	**25**	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
6	12	18	24	30	**36**	42	48	54	60	66	72	78	84	90
7	14	21	28	35	42	**49**	56	63	70	77	84	91	98	105
8	16	24	32	40	48	56	**64**	72	80	88	96	104	112	120
9	18	27	36	45	54	63	72	**81**	90	99	108	117	126	135
10	20	30	40	50	60	70	80	90	**100**	110	120	130	140	150
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	**121**	132	143	154	165
12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	**144**	156	168	180
13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	**169**	182	195
14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	**196**	210
15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	**225**

195. È agevole rilevare che quando vogliasi conoscere il prodotto p. es. di 6×12 basta cercare nella **Tavola,** il N° 6 nella prima fila orizzontale di numeri e discendere verticalmente, fermando lo sguardo sul numero ch'è nell'altra fila orizzontale nella quale trovasi pure il 12. Tanto fa trovare prima il 6 nella fila prima verticale, e cercare nella sua fila orizzontale il numero che s' incontra in quella fila verticale, alla cui cima sta il 12.

Importa che l'agronomo consideri altra notevole applicazione di questa **tavola.** Quando essa è composta simmetricamente, cioè con linee esattamente parallele, colle verticali esattamente perpendicolari alle orizzontali, si hanno tanti quadrati e parallelogrammi rettangoli quanti sono i numeri. Esclusi quelli della prima fila orizzontale e della prima fila verticale, tutti gli altri indicano l'estensione del quadrato, ovvero del parallelogrammo i cui lati sono indicati dai due numeri che sono a capo della stessa fila verticale, e della orizzontale. Se si prenda il N° 36 ch'è nella fila cui corrisponde il 6 tanto verticalmente che orizzontalmente, questo numero 36 esprime la superficie d'un quadrato che ha *sei* per ogni lato. Ma se si cerchi lo stesso N° 36 nella fila verticale del N° 4 si trova corrispondere al N° 9 della fila orizzontale; e in questo caso esprime la estensione di un parallelogrammo rettangolo i cui lati sieno 4 e 9. Cercando ancora lo stesso 36 si trova nella fila verticale del 12 di faccia alla fila orizzontale del 3, e quindi se ne conchiude che l'estensione del parallelogrammo ch'abbia per lati 12 e 3, è pure 36.

196. È poi anco da rilevare che prendendo la diagonale dal N° 1 all'ultimo numero 225, tutti i numeri in essa situati segnano i quadrati perchè 4 è il quadrato di 2 cioè 2 × 2; 9 è il quadrato di 3 cioè 3 × 3 e via dicendo. Mentre tutti gli altri numeri, corrispondono a parallelogr. rett. i cui lati sono indicati dalle cifre rispondenti nella superiore fila orizzontale, e nella prima verticale.

197. Dunque da questa **tavola** l'agricoltore prontamente rileva l'estensione di un quadrato o parallelogrammo rettangolo, i cui lati siano di lunghezze corrispondenti ad alcuno de' numeri della superiore fila orizzontale, e della prima verticale. Per maggiore comodezza potrà formarsi una **tavola** ad imitazione della seguente, ove sono indicati i numeri relativi ai lati dei quadrati e parallelogrammi rettangoli, corrispondenti alle cifre delle prime colonne.

Lati dei		**Lati dei**	
Quadrati	Parallelogrammi rettangoli	Quadrati	Parallelogrammi rettangoli
4 = 2 × 2 =	. . . .	25 = 5 × 5 =	. . . .
6 = ...	= 2 × 3	26 = ...	= 2 × 13 . . . . . .
8 = ...	= 2 × 4	27 = ...	= 3 × 9 . . . . .
9 = 3 × 3 =	. . . .	28 = ...	= 4 × 7 = 2 × 14
10 = ...	= 2 × 5	30 = ...	= 5 × 6 = 3 × 10
12 = ...	= 2 × 6 = 3 × 4	32 = ...	= 4 × 8 . . . . . .
14 = ...	= 2 × 7	33 = ...	= 3 × 11 . . . . . .
15 = ...	= 3 × 5	35 = ...	= 5 × 7 . . . . . .
16 = 4 × 4	= 2 × 8	36 = 6 × 6	= 4 × 9 = 3 × 12
18 = ...	= 2 × 9 = 3 × 6	39 = ...	= 3 × 13 . . . . . .
20 = ...	= 2 × 10 = 4 × 5	40 = ...	= 5 × 8 = 4 × 10
21 = ...	= 3 × 7 = ...	42 = ...	= 6 × 7 = 3 × 14
22 = ...	= 2 × 11	44 = ...	= 4 × 11 . . . . . .
24 = ...	= 4 × 6 = 2 × 12	ec.	ec. ec.

198. **Divisione.** Dividere 12 per 4 è trovare il numero che moltiplicato per 4 riproduca il 12. Trovando prima 12 — 4 = 8; poi 8 — 4 = 4, infine 4 — 4 = 0 si rileva che il 4 sta tre volte nel 12, o a meglio dire che 4 × 3 = 12. La divisione non è adunque che una sottrazione abbreviata o piuttosto il risparmio di ripetere una serie di sottrazioni. In generale la risoluzione di un problema esige una divisione, quando conoscendo il numero e il valore di più **unità**, si cerca il valore di una sola: o quando conoscendo il valore complesso di più **unità**, e quello speciale di una **unità** sola, si cerca il numero di quelle **unità**.

199. **Applicazioni.** Avendo 2920 lire di rendita all'anno, se vogliasi risparmiare una lira per giorno, quanto rimane per ogni giorno da spendere? Dividasi prima il 2920 per 365, numero de' giorni dell'anno, e si avrà il quoto 8: quindi il contante da spendere, detratta quella lira di risparmio, sarà 8 — 1 = 7, cioè *sette* lire per giorno.

Se debbasi ripartire di questo modo la somma di lire 5448 a tre persone: la metà della somma alla prima, il terzo del resto alla seconda, e il quarto dell'ultimo residuo a una terza, quanto è per toccare a ciascuna persona? Alla prima spetterà la metà delle lire 5448, ossia questa somma divisa per 2, cioè 2724: alla seconda lire 2724 diviso per 3, cioè 908: e rimanendo lire 1816, questo residuo diviso per 4, cioè lir. 454 all'ultima.

200. Quando si tratta di numeri interi compresi nella tavola **Pitagorica** § 194, è facile trovarne i divisori nella prima colonna verticale e nella orizzontale superiore. Così trovasi che il 12 ha per divisori il 3 ed il 4; il 99 ha l'11 e il 9: cioè a dire se vogliasi dividere il 12 per *quattro*, si ottiene il 3 per **quoto**; o se per *tre* si divida, il **quoto** è 4. Similmente diviso il 99 per 11, dà per **quoto** il 9; o diviso per 9 dà 11 per **quoto.** Ancora si rileva che i numeri esprimenti il quadrato hanno un numero per divisore eguale al **quoto.** Così 16 ha per divisore 4, come ha 4 per **quoto;** e similmente è di tutti gli altri.

201. **Applicazioni di moltiplicazioni e divisioni.** Se ognuno de' 120 covi di frumento (§ 193) dà 9 chilogr. di grano, e se vogliasi sapere quanti ettolitri di grano danno que' 120 covi, sul dato che 45 chil. occorrano per farne un ettolitro, prima da 120 × 9 = 1080 si ha il numero de' chilogr. di grano. Indi non si ha che da dividere i 1080 chilogr. pel 45; lo che darà 24, numero cercato degli ettolitri.

Dieci operai ponno eseguire in 10 giorni il lavoro per cui altri *dieci* operai mediocri ne impiegherebbero 15. Quanto per giorno meritano quegli operai, supposto che il lavoro debba costare 300 lire? Ponendo 10 × 10 = 100 si conosce il numero di giornate di lavoro pei primi *dieci* operai: e col porre 10 × 15 = 150 si ha quello necessario ai secondi. Dividendo quindi l'importo totale di 300 lire per 100 si ha il quoto 3, il quale esprime che i primi operai guadagnano per giorno 3 lire: mentre il quoto 2 che si ha dividendo 300 per 10 × 15 = 150, numero delle giornate impiegate dai secondi, loro assegna giornaliera mercede di 2 lire.

202. **Moltiplicazioni mediante addizioni.** Un esempio d'alcuno dei casi in cui a forza di semplici addizioni si possono ottenere le moltiplicazioni è il seguente, e molte volte può tornare assai comodo.

I quadrati de' numeri interi sono come appare anche dal § 194,

1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, ec.

Se si prendano le differenze di unità fra questi numeri, saranno esse:

3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, ec.

Ora le differenze di questi ultimi numeri fra di loro sono sempre

2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, ec.

Quando adunque si conoscono i quadrati di due numeri successivi, p. e. del 5 e del 6, cioè 25 e 36, basta sottrarre il minore dal maggiore ed aggiugnere il residuo con quella costante differenza 2, all'ultimo numero quadrato, e si ha il quadrato del terzo numero successivo a quei primi due. Così sapendo che $7 \times 7 = 49$, e $8 \times 8 = 64$, per conoscere il valore di 9×9, si rileva sommando la differenza da 49 a 64 ch'è 15 col 2 e collo stesso 64; e trovasi l'81, come rappresenta la formola,

$$(64 - 49) + 2 + 64 = 15 + 2 + 64 = 81.$$

SEZIONE III.

Frazioni ordinarie.

203. Tanto dalla tavola Pitagorica come dal Prospetto al § 197 si rileva quanti numeri mancano di divisori. Infatti

1, 3, 5. 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29 ec.

non si trovano nella tavola Pitagorica, perchè non ponno dividersi con numeri interi senza lasciare alcun resto, fuorchè dividendoli per se stessi, ovvero per 1. Nel qual secondo caso del dividerli per 1, il **quoto** risultante è lo stesso numero; e nel primo, qualunque sia il numero diviso per se medesimo, il **quoto** è sempre 1.

204. Cotali numeri adunque non ponno dividersi esattamente in parti eguali composte di numeri interi. Di più: se ho 100 metri di fosso da fare, e da distribuirne il lavoro in parti eguali a diversi operai, se questi sieno 10 potrò darne 10 metri a ciascuno, e così se sieno 2 gliene darò loro 50; se 4, ne assegnerò 25; se 5, ne avrà 20 ciascuno ec. ec. Ma se 3 sieno i lavoratori distribuendo a ciascuno 33 metri, ne rimane 1: se sieno 6, col darne a ognuno 16, ne rimangono 4, e così via dicendo, si ha un residuo indiviso.

205. Del resto tutti sanno che tal residuo si chiama **frazione**, la quale di sovente è una parte dell'**unità**: parte che si determina dividendo l'**unità** stessa in un certo numero di parti eguali. Nel caso de' 100 metri di fosso distribuito a 3 operai, la **frazione** è il residuo metro diviso per 3, se voglio che ad ogni operaio tocchi egual lunghezza di lavoro: quando gli operai sieno 6, l'unità è sempre il metro, ma rimanendo quattro metri, la frazione sarà composta dal complesso dei quattro metri, diviso pel numero degli operai, cioè per 6.

206. **Numeri primi.** Tralascio tutte le operazioni, quali suppongo note al lettore, non senza ricordare che importa assaissimo il saper ridurre le **frazioni** a comuni *denominatori*, come pure la loro riduzione ai *minimi termini*, o quanto dire alla loro più *semplice espressione*. Per questi mezzi non solo si facilitano i calcoli delle medesime, ma idea più chiara e più

giusta se ne consegue. Stimo però convenevole ritornare su i numeri che non hanno alcun divisore, cioè sono unicamente divisibili per se stessi e per l'unità; de' quali è detto al § 203, e chiamansi **numeri primi.** Due secoli avanti G. C., Eratostene trovò modo di determinare tutti i **numeri primi.** Esclusi tutti i numeri pari (perchè sono divisibili per 2) e scritti tutti i dispari un dopo l'altro, si sopprimano tutti i numeri multipli di 2, 3, 5. 7, 11 (eccetto gli stessi numeri 2, 3, 5, 7, 11) e si avranno tutti i **numeri primi** dal 1 sino al 113. Indi si sopprimano i moltipli di 11, 13, 17, 19, 23, ed avrannosi i **numeri primi** sino al 523, e così di seguito. Da ciò si trova che **numeri primi** sono:

1	2	3	5	7	11	13	17
19	23	29	31	37	41	43	47
53	59	61	67	71	73	79	83
89	97	101	103	107	109	113	127
131	137	149	151	157	163	167	173
177	181	191	193	197	199	211	223
ec.	ec.	ec	ec.	ec.	ec.	ec.	ec.

207. Quando poi due numeri non hanno *divisore comune* tra loro, in fuori dell'unità, son detti **numeri primi tra loro.**

208. **Ricerca de' divisori.** Trovati i numeri **primi,** è altro problema importante il conoscere quanti *divisori* aver possa un numero. Fra quali *divisori*, gli uni ponno essere **numeri primi,** e sono i **divisori semplici** o primi, mentre altri, ammettendo ulteriore divisione, diconsi **divisori composti.** Giova saper vantaggiare de' seguenti caratteri, che facilitano la ricerca dei *divisori*.

Sommando le cifre d'un numero qualunque, se questa somma sarà divisibile per 3 o per 9, lo sarà pure quel numero.

Qualunque numero che termini (a destra) per 0, ovvero per 5 è sempre divisibile per 5.

Qualunque numero che termini (a destra) per due cifre, il cui insieme sia divisibile per 4 o per 25, è desso pure per tali numeri divisibile.

Se l'ultime tre cifre (a destra) sono divisibili per 8 o per 125, il numero è pur divisibile per 8 o per 125.

209. **Esempio.** Dal V Dialogo di Platone (1) può trarsi esempio delle operazioni per trovare i *fattori primi*, e i *divisori composti* del N. 5040.

5040	1									
2520	2									
1260	2	4								
630	2	8								
315	2	16								
105	3	6	12	24	48					
35	3	9	18	36	72	144				
7	5	10	20	40	80	15	30	60	120	240
	45	90	180	360	720					
1	7	14	28	56	112	21	42	84	168	336
	63	126	152	35	70	140	280	360	105	210
	420	840	1680	1260	315	630	2520	5040		

(1) *De legibus. V.*

D'onde rilevasi il N. 5040 avere 60 divisori fra **semplici** e **composti**, i quali scritti secondo l'ordine naturale, saranno

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	12	14	15	16	18	20
21	24	28	30	35	36	40	42
45	48	56	60	63	70	72	80
84	90	105	112	120	126	140	144
152	168	180	210	240	252	280	315
336	360	420	504	560	630	720	840
1008	1260	2520	5040				

210. **Applicazioni.** Dieci operai sanno compiere un dato lavoro in 12 giorni, mentre altri 10 sanno compierlo soltanto in 15. Si richiede in quanti giorni il lavoro sarà eseguito, occupandovi tutti i 20 operai. Ponendo $10 \times 12 = 120$, si ha il numero di giorni da impiegarsi dai primi. Ponendo $10 \times 15 = 150$, si ha quello dei secondi. Dunque un operaio dei primi fa ogni giorno una centoventesima parte del lavoro, mentre uno degli ultimi ne fa solo una centocinquantesima. Ma siccome $\frac{1}{120} = \frac{5}{600}$, e $\frac{1}{150} = \frac{4}{600}$ perciò in un giorno un operaio buono e un mediocre faranno di lavoro, $\frac{1}{120} + \frac{1}{150} = \frac{5}{600} + \frac{4}{600} = \frac{9}{600}$. Quindi i 20 operai faranno un lavoro per ogni giorno di $\frac{9}{600} \times 10 = \frac{90}{600} = \frac{9}{60} = \frac{3}{20}$. E il compiranno in sei giorni, più due terzi di giorno, perchè il total lavoro essendo $\frac{20}{20}$, i sei giorni danno $\frac{3}{20} \times 6 = \frac{18}{20}$ e rimane per compiere il lavoro $\frac{2}{20}$ eguale a due terzi di $\frac{3}{20}$, ossia due terzi del lavoro d'un giorno.

211. Una chiavica **A** dia **3** ettolitri d'acqua in cinque minuti; una **B** ne dia **8** in 6 minuti, una terza **C** ne dia **4** per minuto, e una quarta **D** ne dia **5** in 10 minuti. Sieno esse

I.ª	II.ª	III.ª	IV.ª
A	B	C	D

Si ricerca quant' acqua daranno le due prime in un'ora, o altre due, o tre, o tutte quattro. Prima si riduce la **portata** o l'efflusso d'acqua da ogni luce al tempo comune di sessanta minuti, e si trova che la luce A in questo tempo darà d'acqua 36 ettolitri; la B ne darà 80; la C 240, e la D 30. Dunque l'efflusso durante un' ora per le due luci A e B sarà $36 + 80 = 116$, quello della B e C sarà $80 + 240 = 320$ e via dicendo. Il problema sarà più complicato se avrò per es. un dato numero di ettolitri d' acqua da distribuire e conoscere in qual modo dovrò ripartirla: cioè quanto tempo dovrà ciascuna rimanere aperta perchè ognuna d' esse somministri eguale porzione d'acqua. Calcoli però abbastanza facili per non doverli più oltre particoleggiare.

212. **Numeri perfetti.** Così chiamansi quelli, ne' quali la somma dei loro *divisori* (meno l' ultimo ch' è lo stesso numero) riproduce il numero

dato. Così 28 è divisibile per 1, 2, 4, 7, 14. Ora appunto 1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28. Pietro Antonio CATALDI bolognese, professore all' università della sua patria, nominatovi nel 1584, fece un trattato dei NUMERI PERFETTI tra i molti scritti di matematica da lui composti che il FANTUZZI annovera sino a 30 (1) e produsse anche una tavola dei divisori dei numeri dal 1 al 1000. La cognizione de' numeri perfetti è utile nelle operazioni di calcolo superiore, ma in pratica non presenta applicazioni notevoli per l'agricoltore.

SEZIONE IV.

Frazioni decimali.

213. Il **calcolo decimale** è dovuto all' italiano BECCARIA e secondo alcuni al fiammingo STÉVIN. Qualsiasi frazione che abbia per *denominatore* l'**unità** seguita da uno o più zeri, è una **frazione decimale.** Trovato adunque il modo d' indicare il posto delle **unità,** si può sopprimere il *denominatore*. Quindi è nato che

invece di scrivere $27 + \frac{3}{10}$ si scrive 27,3

dove la virgola posta alla destra delle unità, vale a separarne le tre sue decime parti, che quel 3, posto così a destra della virgola serve a indicare. Mancando la parte intera, que' tre **decimi** si rappresentano per 0,3, lo zero rimpiazzandovi le mancanti unità. Similmente se in luogo di tre **decimi** la frazione debba esprimere tre **centesimi,** supplendo con altro zero alla mancanza dei decimi, quella frazione li esprimerebbe con 0,03. Così 0,003 saranno tre **millesimi,** e 0,0003 tre **diecimillesimi** ec. secondo le denominazioni già ricordate al § 176.

214. Sarebbe soverchio rammentare che i zeri posti a destra della cifra **decimale** punto non ne alterano il valore: e stimo inutile ancora soggiugnere che le operazioni sulle **frazioni decimali** sono simili a quelle fondamentali dei numeri interi. La **somma** e la **sottrazione** sono identiche. La **moltiplicazione** si eseguisce facendo astrazione dalla virgola: solo infine si separano con essa alla destra del prodotto tante cifre decimali quante n' eran comprese nei *fattori* del prodotto. Per la **divisione,** se nel *dividendo* sieno meno cifre decimali che nel *divisore*, aggiugnesi a destra di questo un numero sufficiente di zeri, e soppressa la virgola si opera come pei numeri interi. Se per converso il *dividendo* abbia più cifre decimali del *divisore* sopprimesi parimenti la virgola, e alla destra del **quoto** separasi tal numero di cifre decimali ch'eguagli la differenza tra il numero delle cifre decimali del *dividendo* e quelle del *divisore*.

215. **Conversione delle frazioni.** Per ridurre una frazione ordinaria in decimale scrivonsi a destra del numeratore tanti zeri, quante cifre decimali si vogliono avere, e questo numero così formato deesi dividere pel *denominatore*. Nel *quoto* si separano poi tanti decimali, quanti furono i zeri che vennero aggiunti al *numeratore*. La conversione però delle frazioni **decimali** in frazioni **ordinarie** è tanto più facile inquantochè basta

(1) FANTUZZI Scritt. bol. III.

collocare il complesso delle cifre decimali al posto del *numeratore*; e a quello del *denominatore* l'unità seguita da tanti zeri quante vi son cifre decimali nella frazione decimale. Pel primo caso vale il seguente,

216. **Esempio.** Abbiasi da ridurre la frazione cinque ottavi in decimali Ciò vale quanto dire che cinque ottavi è il quoto di 5 unità per 8. Ora 5 unità pareggiano 50 decimi, che divisi per 8 danno 6 decimi e 2 per residuo; 2 decimi sono uguali a 20 centesimi la cui divisione per 8 darà 2 centesimi e più 4 di residuo ch'equivarrà 40 millesimi; i quali divisi per 8 daranno 5 millesimi. Onde il valore della frazione cinque ottavi sarà espressa per la frazione decimale 0,625, nè credo occorra mentovare come in pratica l'operazione si disponga, supponendola nota.

217. **Tavole di riduzione:** Nelle contabilità rurali riesce molto comodo avere una tavola secondo il modello del *Prompt Calculateur* del SURET di cui la seguente può rappresentarne una parte bastevole perchè ognuno possa costruirne un'analoga nella estensione che gli occorra.

Tavola di frazioni equivalenti.

FRAZIONI Ordinarie: Denominatore	Numeratore	Decimali
2	1	0, 5000
3	1	0, 3333
	2	0, 6667
4	1	0, 2500
	2	0, 5000
	3	0, 7500
5	1	0, 2000
	2	0, 4000
	3	0, 6000
	4	0, 8000
6	1	0, 1667
	2	0, 3333
	3	0, 5000
	4	0, 6667
	5	0, 8333

FRAZIONI Ordinarie: Denominatore	Numeratore	Decimali
7	1	0, 1429
	2	0, 2857
	3	0, 4286
	4	0, 5714
	5	0, 7143
	6	0, 8571
8	1	0, 1250
	2	0, 2500
	3	0, 3750
	4	0, 5000
	5	0, 6250
	6	0, 7500
	7	0, 8750
9	1	0, 1111
	2	0, 2222
	3	0, 3333
	5	0, 4444
	4	0, 5555
	6	0, 6667
	7	0, 7778
	8	0, 8889

FRAZIONI Ordinarie: Denominatore	Numeratore	Decimali
10	1	0, 1000
	2	0, 2000
	3	0, 3000
	4	0, 4000
	5	0, 5000
	6	0, 6000
	7	0, 7000
	8	0, 8000
	9	0, 9000
11	1	0, 0909
	2	0, 1818
	3	0, 2727
	4	0, 3636
	5	0, 4545
	6	0, 5455
	7	0, 6364
	8	0, 7723
	9	0, 8182
	10	0, 9091
12	1	0, 0833
	2	0, 1667
	3	0, 2500
	4	0, 3333
	5	0, 4167
	6	0, 5000
	7	0, 5833
	8	0, 6667
	9	0, 7500
	10	0, 8333
	11	0, 9167

218. **Frazioni periodiche.** Dal prospetto precedente può rilevarsi una serie di confronti molto utili tre le **ordinarie** frazioni e le **decimali.** Per esempio troviamo che 0,5000 serve ad esprimere diverse frazioni ordinarie e ce ne fa constare l'eguaglianza. Tali sono:

$$\frac{1}{2} = \frac{2}{4} = \frac{3}{6} = \frac{4}{8} = \frac{5}{10} = \frac{6}{12} = 0,5000$$

Similmente abbiamo per esempio

$$\frac{1}{3} = \frac{2}{6} = \frac{3}{9} = \frac{4}{12} = 0,3333$$

ma in questo caso se le frazioni **ordinarie** sono eguali fra loro, non sono perfettamente eguali alla frazione **decimale** che le rappresenta. Lo stesso accade per *due terzi*, per *quattro sesti*, per *sei noni*, per *otto duodecimi* rappresentati da 0,6667, ma soltanto prossimamente: perchè queste frazioni hanno un valore alquanto maggiore di 0,6666, e alquanto minore di 0,6667. Lo che pur si verifica rispetto a quelle prime frazioni rappresentate da 0,3333, di cui sono alquanto maggiori.

Dunque la frazione ordinaria ha il vantaggio di significare esattamente il numero che rappresenta, mentre però la decimale ha quello di potersi accostare indefinitamente al valore esatto di modo, da non scostarsene che di una quantità abbastanza minima per potersi *trascurare*.

219, Sarà perciò **frazione periodica** quella **decimale** in cui date cifre ricompariscono invariabilmente col medesimo ordine. Se vogliasi per esempio il valore di *cinque settimi*, esso è notato nella Tabella precedente colla frazione decimale 0,7143. Ma questo valore eccede, e progredendo nella riduzione dell' indicata frazione **ordinaria** in **decimali** si trova espressa da 0,714285714285; dove è sempre alquanto minore questa espressione, del valore reale della detta frazione **ordinaria.** Seguitando ancora si troverebbe di nuovo ricomparire quella serie di numeri 714285 che sempre più riprodotta, sempre più s' accosta al reale valore ricercato senza raggiugnerlo; appunto come accade del numero 3 nella riduzione della frazione *un terzo*, il qual numero 3 sempre si riproduce, e ci rende avvertiti che quanto maggiore sarà il numero dei 3 che adotteremo, per significare il *terzo* d'un' *unità* mediante frazione **decimale,** tanto più ci accosteremo alla esatta espressione del medesimo.

220. Dire qui il modo di trovare la generatrice d'una frazione decimale periodica *semplice* o *mista*, delle proprietà delle frazioni *continue*, delle *ridotte* (eccettuato lo sviluppo in **serie** di cui sarà detto a suo luogo) mi farebbe trapassare i limiti della brevità impostami, dipendente dalla presunta cognizione dell'agronomo su questo proposito.

SEZIONE V.

Numeri complessi.

221. Non sarebbe uopo di **numeri complessi** quando il sistema **metrico** o **decimale** fosse universalmente in vigore. Perciocchè numeri **complessi** chiamansi quelli composti di unità di differenti valori. Se di-

casi il tal lavoro è durato 2 ore 24 minuti e 13 secondi, la quantità di questo tempo è un numero **complesso.**

222. La **somma** e la **sottrazione** di cotali numeri si eseguisce come pei numeri ordinari; salvochè i valori *ritenuti* vengono determinati dalla relazione ch' hanno fra loro le diverse specie d'unità, di cui il numero complesso si compone.

Siano da sommare	3 pertiche	4 piedi	8 pollici	8 linee
	7 »	9 »	9 »	9
Somma	11 pertiche	4 piedi	6 pollici	5 linee

Siccome 12 *linee* fanno un *pollice*, 8 + 9 *linee* fa un *pollice* di ritenuta e il 5 che si nota; similmente accade nella somma de' *pollici*, perchè occorrono 12 *pollici* per formare un *piede*; mentre non accade per la somma dei *piedi* se 10 ne occorrano per formare una *pertica*.

223. Questo cenno basta per indicare la condotta da tenere nelle altre operazioni sui **numeri complessi,** i quali d'altronde sono quelli su cui versano i primari insegnamenti d'aritmetica, per la costanza del **sistema duodecimale,** adoperato ancora troppo comunemente negli usi della vita. E fosse pur solo il **sistema duodecimale** che continuasse a resistere all'adozione del **decimale:** perchè hannovi *libbre* in alcuni paesi divise in 16 *once*, in altri in 28, come oltre le accennate unità per misura del tempo, hannovi le divisioni del circolo in 360 gradi, quelle del termometro R. in 80 parti ec: tutte consuetudini che ammetterebbero semplificazioni e riduzioni, altrettanto facili, quanto può esserlo tutto ciò che unicamente dipende dal **volere.**

SEZIONE VI.

Potenze e radici dei numeri.

224. La **prima potenza** d'un numero è il numero stesso. Che importa all'agronomo di prima o seconda o *ennesima* **potenza?** Ma se consideri che **potenza** è vocabolo per significare il *risultato della moltiplicazione successiva di un numero per se medesimo*, non parrà così soverchio l'acquistarne contezza. Se poi avverti non esservi oggetti materiali su cui versi l'agricoltura, che non sieno dotati di superficie, di volume, di capacità, quali per essere calcolati si denno di sovente raffrontare a cubi, non disgraderà conoscere i più facili ingegni onde cotali cubi e quadrati si ponno calcolare; nè troverai eccessivo ch'a' sì necessarie nozioni, non comunemente apprese negli elementari studii aritmetici, alquante pagine, siccome fo, io consacri. Dunque, quanto più breve posso, proseguo.

225. Quando due fattori d'una moltiplicazione sono eguali, il loro **prodotto** dicesi **seconda potenza** o **quadrato** del numero *fattore.* E questo *fattore* dicesi **radice seconda**, o **radice quadrata** di quel **prodotto.**

226. Dunque **seconda potenza** o **quadrato** d'un numero è il *prodotto* che se ne ottiene moltiplicandolo per se medesimo. **Radice seconda** o **quadrata** quel numero, che moltiplicato per se stesso, riproduce il primo numero.

227. Perciò 100 è il **quadrato,** o **seconda potenza** di 10: per converso 10 è la **radice seconda,** o **quadrata** di 100. Similmente 64 è il **quadrato** di 8, il quale è la **radice** di 64 e via dicendo.

228. Se il *prodotto* d'un numero moltiplicato per se stesso si moltiplichi ancora per se medesimo, o quanto dire per la sua **radice,** si ottiene la **terza potenza,** o **cubo** di quel numero. Ed è **radice terza o cubica** di un numero, quello che moltiplicato pel suo **quadrato** riproduce il **cubo.**

229. Moltiplicando 100 (cioè il **quadrato** di 10) per 10, si ha 1000 ch'è la **terza potenza** o **cubo** di 10: per converso 10 è la **radice terza** di 1000. Similmente 64 × 8, ossia 512, è il **cubo** di 8, il quale è **radice cubica** di 512.

230. Continuando a moltiplicare un **cubo** per la sua **radice** si ha la 4.ª **potenza** del numero, la cui **quarta radice** è il numero che moltiplicato 3 volte per se stesso, riproduce quel numero elevato alla 4.ª **potenza;** la quale si chiama anche il **quadrato-quadrato.**

231. Ho già detto che un numero moltiplicato per sè stesso dicesi **quadrato,** perchè l'area di una figura quadrata si ottiene appunto moltiplicando due lati eguali l'uno per l'altro, ossia un lato per se medesimo. La **terza potenza** dicesi anche **cubo,** perchè la solidità del **cubo** appunto si ottiene moltiplicando uno de' **quadrati** che ne formano la superficie, per uno dei lati. Similmente **quadrato-quadrato,** come chiamasi anche la 4.ª **potenza,** ossia il *prodotto* del numero moltiplicato pel suo **cubo,** è analogamente il quadrato d'un quadrato.

232. Per esprimere la **potenza** di un numero si usa l'**esponente,** il quale è una piccola cifra collocata a destra e un po' in alto del numero; la qual cifra esprime quante volte il numero dee entrare come *fattore* nell'indicata **potenza.** Quindi 2^2 esprime il **quadrato** o **seconda potenza** di 2; 4^3 esprime il **cubo** o **terza potenza** di 4 ec. Ma se il numero si componga di più d'una cifra, conviene aggiugnere le *parentesi,* onde 15 elevato alla seconda **potenza** si nota con $(15)^2$; elevato al **cubo** scrivesi $(15)^3$ ec. Dunque scrivere $(15)^2$ equivale ad esprimere la moltiplicazione di 15 per 15 come se fosse eseguita: onde $(15)^2 = 225$; e così $(15)^3 = 3375$ ec.

233. Se si abbia 64 e vogliasi considerare la sua seconda radice, o **radice quadrata,** si adopera il segno $\sqrt[2]{}$ proposto a quel numero, con entro l'esponente 2: ma questo usualmente, per le sole **radici seconde,** si omette. Per significare la **radice terza** si userà il segno $\sqrt[3]{}$ e così per altre ponendo sempre per **esponente** la cifra indicante l'ordine della radice da estrarre. Quindi $\sqrt[3]{3375} = 15$, come $\sqrt{225} = 15$.

234. **L'operazione d'elevazione a potenze,** speditamente si opera nell'ARITMETICA, perchè trattasi di numeri espressi da cifre. Basterà l'esempio seguente diretto a trovare la 2.ª, 3.ª, 4.ª e 5.ª **potenza** del 12, per rilevare gli altri casi consimili:

$12 \times 12 = 144$ . . . . $= (12)^2$

$144 \times 12 = 1728$ . . . . $= (12)^3$

$1728 \times 12 = 20736$. $= (12)^4$

$20736 \times 12 = 248832 = (12)^5$

235. Tuttavolta è da conoscere che il **quadrato** d'un numero composto di decine e d'unità consta di tre parti; la *prima* è il quadrato delle decine: la *seconda* il doppio prodotto delle decine per le unità: la *terza* il quadrato delle unità. Quindi nell'addotto esempio del quadrato del 12, il quale è espresso dal numero 144, scomponendo il 12 nelle sue decine ed unità, dovrà risultare, siccome in fatto risulta,

$$(10)^2 + 2 \times (10 \times 2) + 2^2 = 100 + 40 + 4 = 144$$

Per altro esempio cercando il quadrato di 96, si dee sommare il quadrato di 90 col doppio prodotto del 90 per 6, e di più col quadrato del 6; cioè si avrà,

$$(90)^2 + 2 \times (90 \times 6) + 6^2 = 8100 + 1080 + 36 = 9216$$

236. Pei **quadrati delle cifre decimali** si opera come pe' numeri interi, salvo l'avvertenza nel collocare la virgola, avvertita al § 214 per la moltiplicazione delle frazioni decimali.

Per le **frazioni ordinarie** l'elevarle al **quadrato** è assai facile, perchè basta moltiplicare la frazione per se stessa; voglio dire il *numeratore* pel *numeratore*, e il *denominatore* pel *denominatore*. Il quadrato di *tre quarti* è il quadrato del tre diviso pel quadrato del quattro, ossia 3 × 3 diviso per 4 × 4. Quindi

$$\left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{3^2}{4^2} = \frac{3 \times 3}{4 \times 4} = \frac{9}{16}; \quad \left(\frac{4}{7}\right)^2 = \frac{4^2}{7^2} = \frac{4 \times 4}{7 \times 7} = \frac{16}{49}$$

237. In questo luogo è d'uopo avvertasi attentamente al motivo per cui nelle **frazioni** il loro **quadrato** è minore del numero espresso dalla frazione, che ne è la **radice.** Nella moltiplicazione avviene lo stesso: cioè il *prodotto* è minore del *moltiplicando.* Se io moltiplico due frazioni come seguono, e ne ritraggo il prodotto indicato, cioè

$$\frac{5}{6} \times \frac{1}{2} = \frac{5}{12} \quad ; \quad \frac{90}{1000} \times \frac{5}{10} = \frac{450}{10000} = \frac{45}{1000}$$

è come s'io dicessi: ho *cinque sesti* di una misura di grano de' quali ne voglio prendere una *metà*, onde evidentemente voglio una frazione di quella primafrazione; e così dicasi dell'altra. La parola **moltiplicazione** in questo senso è meno esatta che non quella di **composizione.** Il detto caso avviene pure, quando un numero intero si moltiplichi per una frazione: cioè il prodotto riesce minore di quel numero intero. Infatti

$$96 \times \frac{3}{4} = \frac{288}{4} = 72 < 96$$

perchè quando moltiplico 96 per tre quarti, esprimo di voler prendere, non *una volta intera* il 96, ma solo *tre quarte parti* del medesimo. Quindi il **quadrato** d'una frazione, essendo il *prodotto* della sua moltiplicazione per se stessa, deve necessariamente riuscire *minore* di se medesima.

238. Per formare il **cubo** d'un numero (oltrecchè si ottiene moltiplicandolo due volte per se medesimo § 234) si dee considerare che si può decomporre in 4 parti: delle quali la *prima* è il **cubo** delle decine: la *seconda* il triplo del **quadrato** delle decine per le unità: la *terza* il triplo delle decine moltiplicate pel **quadrato** delle unità: la *quarta* il **cubo** delle unità. Ad esempio il **cubo** di 36 si compone come segue:

$$(30)^3 + 3\ (30)^2 \times 6) + 3\ (30 \times 6^2) + 6^3 = 46656$$

infatti si ha

$$\text{I. } (30)^3 = 30 \times 30 \times 30 = 900 \times 30 \ldots\ldots = 27000$$
$$\text{II. } 3\ (30^2 \times 6) = 3\ (900 \times 6) = 3 \times 5400 = 16200$$
$$\text{III. } 3\ (30 \times 6^2) = 3\ (30 \times 36) = 30 \times 108 = 3200$$
$$\text{IV. } 6^3 = 6 \times 6 \times 6 = 36 \times 6 \ldots = 216$$
$$46656$$

239. Pel **cubo** delle **frazioni ordinarie,** si ha solo a formare il **cubo** del *numeratore* e del *denominatore.* Dall'avvertenza notata al § 237 discende che, cubo d'una frazione essendo l'ulteriore moltiplica del **quadrato** della frazione per la frazione medesima, la **terza potenza** ossia il **cubo** d'una frazione è sempre minore del **quadrato** di essa, e a maggior ragione della semplice frazione, che n'è la **radice.**

240. La formazione del **cubo** de' **numeri decimali,** si fa come quella de' numeri interi, coll'avvertenza ripetuta al § 236.

241. **Applicazioni.** Ricorrono di spesso il **quadrato** ed il **cubo,** da considerare in agricoltura: ma perchè più di sovente l'uso se ne riferisce ad estensioni, volumi, capacità ec., perciò al capitolo della GEOMETRIA ne riserbo alcun pratico esempio.

242. **Estrazione delle radici.** Per estrarre la **radice quadrata** d'un numero qualunque, basta rammentare di qual guisa un numero quadrato si possa scomporre in tre parti (§ 235). Quindi la regola è di scomporre quel numero di cui cercasi la **radice,** in tanti membri di due cifre l'uno, cominciando da destra e proseguendo a sinistra in modo, che l'ultimo membro può rimanere anche d'una sola cifra. Di poi su questo membro (ch'è primo a sinistra) si cerca il *massimo* **quadrato** che può contenere; e la radice di questo *massimo* **quadrato** è la prima cifra della cercata **radice.** Notasi adunqne; poi si sottrae da questo membro l'indicato massimo **quadrato,** ed accanto al *residuo* scrivesi il secondo membro, separandone con virgola la cifra a destra. Facciasi il doppio della parte trovata, e notata della **radice:** e rinvenuto quante volte entra esso nella parte dell'indicato *residuo* anteriore alla virgola, il *quoziente* o *quoto* che voglia dirsi, è la seconda delle cifre della **radice** cercata, prima verificando però se non sia troppo grande.

243. Un **esempio** chiarirà meglio il modo d'eseguire l'operazione. Abbiasi da estrarre le **radice** dal numero 273529. L'operazione si disponga come segue:

27,35,29	**5 2 3**
25	
23,5	102
20 4	2
312,9	1043
312 9	3
0 0	

1.° Trovato il 25, massimo quadrato contenuto in **27,** il **5**, ch'è la **radice** del 25 sarà la prima cifra della **radice** cercata: onde lo si scrive al di lei posto.

2.° Dal **27** sottratto il 25, rimane 2, presso a cui scrivesi il **35,** separando il 5 con una virgola. Prendesi 10, ch'è doppio della trovata prima cifra della radice, e scrivesi sotto questa. Poi trovato che il 10 entra due volte nel 23 (ch'è la parte separata colla virgola nel 235) si scrive il 2 accanto al 10 onde prendere il doppio del numero risultante 102, ossia moltiplicarlo per la stessa cifra 2. Lo che dandomi **204** $<$ **235**, mi accerta che **2** è la seconda cifra della radice che cerco, e però colloco il **2** dopo il 5 al suo posto. Che se invece di **204**, realmente $<$ **235**, si fosse, come avviene in altri casi, ottenuto un *prodotto* maggiore del numero da cui dee sottrarsi, converrebbe diminuire d'un'unità quella trovata seconda cifra della radice.

3.° Presso al 31 risultante da 235 — **204**, scrivesi l'ultimo membro **29,** separando pure con virgola l'ultima cifra 9. Fatto il doppio della parte trovata di **radice,** cioè del **52,** da $52 \times 2 = 104$ ricavasi quante volte questo prodotto entri in 312, e il quoziente 3 che ne risulta scrivesi a destra del 104, onde conoscere se $1043 \times 3 = 3129$ possa sottrarsi da 3129. Lo che verificato si ha in quel **3** la terza cifra della cercata radice.

4.° Sottraendo il prodotto 1043×3 dal 3129, il residuo essendo $= 0$, se ne conchiude che 523 è la radica quadrata del dato numero 273529.

244. Quante volte da quest'ultima sottrazione fosse rimasto un residuo qualunque > 0, come accadrebbe se il dato numero fosse stato, per es., 273644 (nel qual caso sarebbe rimasto un avanzo di 115), si conchiuderebbe che il dato numero non è un quadrato perfetto, mentre invece il residuo $= 0$ indica essere quadrato perfetto il 273529. Onde la regola avrebbe servito, per esempio nel caso del numero 273644, per trovare in 523 la parte intera della sua radice, rimanendo una parte frazionaria da ricercare, sulla quale si opera come segue.

245. **Estrazione della radice di una frazione.** Riducesi la frazione qualunque, se non lo è, in **frazione decimale** e si opera come se fosse numero intero, con la sola avvertenza di rendere pari, se non lo è già, il numero delle cifre decimali, mediante l'aggiunta di zeri. Però le frazioni ordinarie non presentano difficoltà; perchè, siccome il quadrato d'una frazione ordinaria si ottiene formando il quadrato del numeratore e quello del denominatore, quindi la radice d'una tal frazione non è che il risultato della radice del numeratore divisa per la radice del numeratore. Onde

$$\sqrt{\frac{36}{49}} = \frac{\sqrt{36}}{\sqrt{49}} = \frac{6}{7}; \quad \sqrt{\frac{4}{25}} = \frac{\sqrt{4}}{\sqrt{25}} = \frac{2}{5}$$

246. Mercè le **frazioni decimali**, ottengonsi le radici de' numeri interi, operando come per le radici di questi s'è detto, coll'avvertenza di aggiugnere tanti *membri binarii* di zero, quante sono le cifre che voglionsi ottenere nella frazione decimale, separando poi nella **radice,** con una virgola, la parte intiera dalla decimale. Così operando trovasi

2 = 1,414213 .....; 3 = 1,7320508 ....; ' 5 = 2,236 ....;

e si ha per esempio:

$$\sqrt{\frac{2}{3}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \frac{1,414213\ldots}{1,732050\ldots}$$

Ne' casi però come quest' ultimo, si dee rendere il denominatore un quadrato perfetto, moltiplicando ambo i termini della frazione per 3; pel quale artifizio non si altera punto il suo valore. Così ottiensi

$$\sqrt{\frac{2}{3}} = \sqrt{\frac{6}{9}} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{9}} = \frac{\sqrt{6}}{3}$$

onde si risparmia di estrarre una radice.

247. Merita di essere conosciuta l'ingegnosa invenzione del CATALDI (citato al § 212) nel suo *Trattato del modo brevissimo di trovare la radice quadrata* dei numeri. Vi sono in esso due idee fondamentali che avrebbero dovuto, a stima del LIBRI, assicurare al CATALDI un posto distinto nella storia delle matematiche. L'una è l'impiego di **serie** i cui termini sono dati mercè di un processo uniforme; l'altro è quello di frazioni *continue*, metodo ingiustamente attribuito al BROUNKER. Vogliasi trovare la radice di 18. Il CATALDI pone:

$$\sqrt{18} = 4 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 \ldots}}}}}$$

la quale dà numeri alternativamente alquanto maggiori e minori del valore reale ricercato, ma, com'egli dimostra il CATALDI, sempre più prossimi al vero, siccome sarà meglio chiarito parlando delle **serie.**

248. Estrazione delle radici cubiche. Quando hannosi ad estrarre radici superiori di grado alle radici quadrate, essendo più agevole e spedito il ricorrere all'uso de' **logaritmi,** basterà quanto sarà detto nella Sezione ai medesimi relativa.

249. Per le **applicazioni** pratiche del calcolo delle estrazioni di **radici,** vale quanto ho detto (§ 241) relativamente alle applicazioni riferibili ad elevazioni di numeri a **quadrati,** e **potenze** di gradi superiori.

250. Riescirà intanto molto comodo il seguente prospetto delle quattro potenze dei numeri semplici sino e compreso il 10.

Tavola delle quattro prime potenze dell' 1 al 10.

Numeri o 1.e potenze	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quadrati o 2.e potenze	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100
Cubi o 3.e potenze	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000
Quadrati-quadrati o 4.e potenze	1	16	81	256	625	296	2401	4096	6561	10000
5.e potenze	1	32	243	1024	3125	7776	16807	32768	59049	100000

251. Similmente potrà riuscire opportuna la seguente

TAVOLA

delle radici quadrate e cubiche dell'1 al 10.

Numeri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radici quadrate	1,000	1,414	1,732	2,000	2,236	2,449	2,646	2,828	3,000	3,162
Radici cubiche	1,00	1,260	1,442	1,587	1,710	1,817	1,913	2,000	2,080	2,154

SEZIONE VII.

Proprietà de' numeri, Relazioni, Proporzioni, Progressioni.

[I] Proprietà speciali.

252. **Proprietà rimarchevoli de' numeri.** Descrivere le proprietà singolari de' numeri, trarrebbe a soverchie lunghezie: onde farò breve cenno d'alcune, anche perchè non poche, per essere rilevate, richiedono il sussidio dell'ALGEBRA, e meglio ricorrono nel Capitolo successivo. Moltiplicando il **9** per qualsiasi numero. se si sommino tra loro le cifre esprimenti il prodotto, si ha sempre **9**. Così

$9 \times 2 = 18$, nel suo prodotto ha $1 + 8 = 9$;

$9 \times 3 = 27$ dà $2 + 7 = 9$;

$9 \times 32 = 288$ onde $2 + 8 + 8 = 18$ da cui $8 + 1 = 9$;
$9 \times 644 = 5796$ darebbe $5 + 7 + 9 + 6 = 27$ e quindi $2 + 7 = 9$ ec.

Lo stesso accade moltiplicando un multiplo di **9** per qualsiasi numero: infatti $63 \times 347 = 21861$ dal quale si ha

$2 + 1 + 8 + 6 + 1 = 18$, d'onde $1 + 8 = 9$.

Altra proprietà singolare del **9** è questa. Se le cifre esprimenti un numero, per esempio **21**, si cambino d'ordine, notando con esse **12**, la differenza tra cotali numeri permutati nell' ordine delle cifre o è **9**, o un multiplo di **9**. Infatti $21 - 12 = 9$. Così 398 cambiato in 839 darà $839 - 398 = 441$ che già si conosce essere un multiplo di **9**, perchè $4 + 4 + 1 = 9$ ma che effettivamente è $9 \times 49 = 441$.

253. Il numero **7** fu detto dagli antichi il *numero per eccellenza*. I pianeti erano 7; erano in tutt'Arabia contati per **7** i giorni, cioè per settimane. Erano *sette* le cose fatali di Roma, *sette* le meraviglie del mondo, *sette* i sapienti della Grecia, e il *sette* era perno di quasi tutte le operazioni cabalistiche. Gli uomini dell'odierno secolo non sono più così poveri

di mente da credere a simiglianti periodicità, e deono, per quanto ponno, procacciare di estirpare dalla classe più incolta de' lavoratori, gli avanzi di siffatte credenze (1).

254. I numeri impari hanno la proprietà singolare, di cui venne attribuita al TUMER (come dissi § 168) da Sir HAMILTON la scoperta, mentre deesi al MAUROLICO (2).

Sia la serie di cotali numeri

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 ec.

se prendansi le somme di di 1, 2, 3, 4 ec. di essi numeri, a seconda dell'ordine stesso naturale de' numeri, nel modo seguente:

$$1,\ 3+5,\ 7+9+11,\ 13+15+17+19,\ 21+23+25+27+29,$$

cioè

$$1,\quad 8,\quad 27,\quad 64,\quad 125,$$

queste somme rappresentano la serie dei cubi de' numeri naturali medesimi. Infatti

$$1 = 1^3,\quad 8 = 2^3,\quad 9 = 3^3,\quad 64 = 4^3,\quad 125 = 5^3,$$

255. Questa proprietà de' numeri impari può utilmente servire per contraprova nell' elevare alcun numero alla 3.ª *potenza*, cioè al **cubo**, oltre alcuni usi per calcoli superiori, in questo trattato non occorrevoli: onde mi limito ad offerirne un prospetto sino e compresa la 3.ª potenza del 12.

1^3	2^3	3^3	4^3	5^3	6^3	7^3	8^3	9^3	10^3	11^3	12^3
1	3	7	13	21	31	43	57	73	91	113	111
.	5	9	15	23	33	45	59	75	93	113	135
.	.	11	17	25	35	47	61	77	95	115	137
.	.	.	19	27	37	49	63	79	97	117	139
.	.	.	.	29	39	51	65	81	99	119	141
.	.	.	.	.	41	53	67	83	101	121	143
.	.	.	.	.	.	55	69	85	103	123	145
.	.	.	.	.	.	.	71	87	105	125	147
.	.	.	.	.	.	.	.	89	107	127	149
.	.	.	.	.	.	.	.	.	109	129	151
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	131	153
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	155
1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000	1331	1728

(1) Però rimangono ancora in persone istruite di cotali avanzi. Il N. 13 è presso molti tacciato d'*infausto*, *asinesco*, ec. Altri ritiene il 7 molto del 13 peggiore. Così almeno pretendeva il Dott. LAYCOCK, e discervellavasi a dimostrarlo in una memoria inserita nell'*Athenoeum* N. 768. Dopo avere osservato i periodi di gestazione, o di covatura dei pesci, rettili, uccelli e mammiferi, le metamorfosi degl'insetti ec., ricorrere in periodi di 7 giorni o di 14 o di altri multipli del 7 reputa esistere un movimento periodico comune a tutto il regno animale con rapporti costanti col 7, suoi *multipli*, e *submultipli*. I giorni critici d'IPPOCRATE erano il 7.°, il 14.°, il 21.°; ma dopo IPPOCRATE fece passo abbastanza la cognizione della Natura, per distinguere alcune reali periodicità dovute all'organismo, dalle pretese virtù del N. 7.

(2) Trovasi nel Libro 1.° *Arithmeticarum* del MAUROLICO alla proposizione 62; trattato composto nel 1557 e solo pubblicato nel 1575. Vedi RAMBELLI loc. cit. a pag. 226.

256. I **quadrati** de' numeri

1, 10 . 100 , 1000 , ...

essendo 1, 100, 10000, 1000000, ...

se ne trae che un numero composto di due cifre non ne ha mai più di una alla sua radice: un numero composto di 5, o 6 cifre non più di 3 ec.

I cubi de' numeri 1, 10 , 100 . . . . , 1000 . . . . . .

essendo 1, 10000, 1000000 , 1000000000 . . . .

se ne rileva che se il cubo ha 5 cifre, la sua radice cubica non ne ha più di 2; se il cubo ne avesse 7, la radice non ne ha più di 3; e se ne avesse anche 10, la radice non ne avrà più di 4; cioè in generale una radice cubica non ha mai più della metà del numero delle cifre del **cubo,** diminuito inoltre dell'unità. Del resto altre **proprietà** de' numeri meglio emergono dalle **relazioni** fra loro.

[2] Relazioni.

257. Hannosi talora a confrontare due numeri per sapere quanto uno è più grande dell'altro: ma più spesso in pratica occorre di sapere quanto una superficie o un volume contengano di minori superficie o volumi. Dunque generalmente si paragonano fra loro due numeri per indagare o quanto l'uno sia *maggiore* dell'altro, ovvero quante volte il maggiore *contenga* il più piccolo. Quel primo confronto è il **rapporto** per *differenza* o **aritmetico,** l'altro è il **rapporto** per *quoziente* o **geometrico.** Tra il **12** e il **4** esiste un rapporto **aritmetico** di **8**, perchè 12 — 4 = 8; ma esiste pure il rapporto **geometrico** di **3**, perchè 12 = 4 × 3. Il rapporto **aritmetico** si nota con un *punto* nel mezzo tra i due numeri, p. e. ÷ **12 . 4.** Il **geometrico** invece con due **punti** uno sovra l'altro, come ∷ **12 : 4.** I numeri poi di cui si cerca un **rapporto** si chiamano *termini*, de' quali il primo è detto *antecedente*, l'altro *conseguente*.

258. Il rapporto **aritmetico** tra due *termini*, ancorchè s'aggiunga ad amendue o se ne sottragga un medesimo numero, non si altera. Infatti 12 — 4 = 8; 18 — 10 = 8; 9 — 1 = 8. Se invece si moltiplichino, o dividano i due *termini*, il loro rapporto **aritmetico** si altera. Così

$$12 - 4 = 8 \text{ ; ma } 12 \times 6 - 4 \times 6 = 72 - 24 = 48;$$
$$\text{e } 12 \text{ diviso per } 2 - 4 \text{ diviso per } 2 = 6 - 2 = 4.$$

259. Per converso il rapporto **geometrico** non cangia fra due *termini*, se si moltiplichino o dividano entrambi per uno stesso numero. Infatti

$$\frac{12}{4} = 3 \, ; \; \frac{12 \times 6}{4 \times 6} = \frac{72}{24} = 3 \, ; \; \frac{12 \text{ diviso per } 2}{4 \text{ diviso per } 2} = \frac{6}{2} = 3 \, ;$$

mentre se si accrescano o diminuiscano d'un medesimo numero, il loro rapporto **geometrico** rimane alterato. Così

$$\frac{12}{4} = 3 \text{; ma } \frac{12 + 4}{4 + 4} = \frac{16}{8} = 2 \text{; e } \frac{12 - 3}{4 - 3} = \frac{9}{1} = 9$$

260. Le **relazioni** quali occorre inoltre considerare sono i rapporti d'*eguaglianza* che ponno avere due date quantità composte di cifre diverse.

e diversamente collegate fra loro. L' *eguaglianza* che esiste fra due e più numeri *cogniti* ed *incogniti* mescolati fra loro comunque, prende il nome di **equazione** la cui teorica appartiene rigorosamente all' ALGEBRA, ma in sostanza è pure all' ARITMETICA pertinente. Conciossiachè il di lei scopo principale e continuo sia pur quello di determinare numeri *incogniti* col mezzo di altri numeri conosciuti; e quando cercando la somma di due numeri si pone per esempio 3 + 19 = 22 si fa una vera **equazione.** Per ora basti stabilire, che quando due o molti numeri sono eguali fra loro, i numeri o *termini* composti di più numeri, ovvero *membri* composti di più *termini*, che sieno **eguali**, cioè notati al di qua e al di là del segno = si possono accrescere e diminuire di eguali numeri; o similmente moltiplicare e dividere, sempre con numeri o altri *termini* o *membri* fra loro parimenti **eguali;** ovvero elevare ad eguali potenze; o estrarne eguali radici: il tutto senza che punto l'eguaglianza dei due *membri* dell' **equazione** venga alterata. Di che meglio a suo luogo.

[3] Proporzioni.

261. **Proporzioni.** L' eguaglianza di due **rapporti** forma la **proporzione:** la quale è **aritmetica** se si considerano rapporti aritmetici, e **geometrica** se questi siano geometrici (§ 301). Il rapporto aritmetico tra **12** e **8** è eguale a quello ch' è tra **6** e **2**, perchè 12 — 8 = 4 come 6 — 2 = 4: perciò l'unione di questi due rapporti ossia de' quattro *termini* forma una **proporzione aritmetica** quale usano scrivere come segue **÷12 . 8 : 6 . 2 .** mentre la **proporzione geometrica,** volendo significare per es. quella tra i due *termini* **12**, e **4**, l'altra tra **18** e **6** scrivesi **∺12 : 4 :: 18: 6.** Enunciansi ambedue nella stessa guisa: cioè tanto 12 *sta ad* 8 *come* 6 *a* 2, quanto parimenti 12 *sta a* 4 *come* 18 *a* 6.

262. Le proporzioni **aritmetiche** diconsi più correttamente **equidifferenze,** riservando il termine assoluto di proporzioni alle **geometriche.** Nella pratica anche l'agronomo rileverà facilmente, che vere proporzioni aritmetiche sono quelle sole chiamate geometriche. Infatti non sussiste che 12 ettolitri di grano stieno ad 8 di essi, perfettamente come sei ettolitri a due. Imperciocchè ponendo ÷ 12 . 8 : 6 . 2, nel primo rapporto 12 ad 8 la differenza 4 è *un terzo* del primo numero 12 ed è la *metà* del secondo 8: nell'altro rapporto 6 a 2, la stessa differenza 4 è *due terzi* del primo numero 6, e il *doppio* dell'ultimo 2. Dunque tra que' due rapporti vi ha *eguaglianza* di differenza e null'altro: invecechè se io ponga

$$∺ 12 : \frac{12}{3} :: 6 : \frac{6}{3}, \text{ ne ricavo } 12 : 4 :: 6 : 2;$$

e nel rapporto esistente fra i due primi termini, vi è, non *eguaglianza,* ma *relazione* col rapporto ch' è tra i due ultimi, e *relazione* vera di proporzione coi termini cui si riferiscono. Alle volte dicesi: nel podere A si sono raccolti (oltre le sementi) cinquanta ettolitri di frumento, e nel podere B soli 25: dunque il prodotto del primo è doppio di quello del secondo.

Invece può il secondo aver prodotto quanto il primo: perchè se in A siensi seminati 10 ettolitri e soltanto 5 in B, la proporzione risulta

÷ 10 : 50 :: 5 : 25

e se in A la semina fosse stata pure di 10 e in B solo di 4, la proporzione tra i due raccolti dovrebbe essere

÷ 10 : 50 ÷ 4 : 20

dimostra cioè in B ottenuto un raccolto d'un quarto maggiore che in A.

263. Quindi le proporzioni aritmetiche scrivonsi semplicemente in questo modo 12 — 8 = 6 — 2. Lo che meglio indica non esistere che un rapporto d'eguaglianza fra i termini *antecedenti* e i *conseguenti*. Quest' eguaglianza invece nelle proporzioni **geometriche** esiste tra il prodotto dei termini estremi, cioè il primo e l'ultimo d'una proporzione moltiplicati tra loro, e il *prodotto* de' termini *medii*, cioè del secondo moltiplicato pel terzo.

Paragonando diverse *ragioni* eguali, ottengonsi serie di quantità proporzionali. Se siano *ragioni aritmetiche* eguali, come **3** a **5, 7** a **9, 13** a **15** ec. si avrà la serie 3. 5: 7. 9: 11. 13: 15. 17: 19. 21 ec.

Se siano *ragioni geometriche* eguali, come **3** a **6, 5** a **10, 7** a **14** ec. si ha la serie 3 : 6 :: 5 : 10 :: 7 : 14 :: 9 : 18 :: 11 : 22 :: 13 : 26... onde poi dalle serie di quantità continuamente proporzionali, hannosi le **progressioni** più sotto considerate.

In ogni proporzione **aritmetica** la somma de' *termini medii* è eguale a quella degli *estremi*. Così nella ÷ 12 . 8 : 6 . 2 si ha 12 + 2 = 8 × 6. Da ciò si comprende che in forza di quanto è detto al § 304, se sia dato di conoscere solo tre termini, il quarto si potrà conoscere facilmente perchè deve, sommato col primo, eguagliare la somma de' medii: se si cercasse uno de' medii, deve, sommato coll'altro medio, eguagliare la somma degli estremi.

264. Oltrecchè nelle proporzioni **geometriche,** dalla condizione di essere il prodotto degli *estremi* eguale a quello de' *medii* (§ 263) si trae la conseguenza che trovando il prodotto di due numeri eguale a quello di altri due, si forma con que' quattro numeri una proporzione **geometrica,** si può ancora senza distruggere una di tali proporzioni

1.° cangiar di posto ai termini *medii* o agli *estremi*

2.° porre gli estremi al posto de' *medii* o *viceversa*

3.° moltiplicare o dividere per un medesimo numero o i due termini *antecedenti* o i due conseguenti ec. come può conoscersi da tutti li seguenti esempi.

Alternando	3 : 4 :: 6 : 8 , e 8 : 4 :: 6 : 3 3 : 6 :: 4 : 8 , e 8 : 6 :: 4 : 3
Invertendo	4 : 3 :: 8 : 6 , e 6 : 3 :: 8 : 4 4 : 8 :: 3 : 6 , e 6 : 8 :: 3 : 4
Moltiplicando	3 × 7 : 4 :: 6 × 7 : 8, e 3 × 7 : 4 × 7 :: 6 : 8 3 : 4 × 7 :: 6 : 8 × 7, e 3 : 4 :: 6 × 7 : 8 × 7 3 × 7 : 4 × 7 :: 6 × 7 : 8 × 7

Dividendo

$\frac{3}{7} : 4 :: \frac{6}{7} : 8$, e $\frac{3}{7} : \frac{4}{7} :: 6 : 8$;

$3 : \frac{4}{7} :: 6 : \frac{8}{7}$, e $3 : 4 :: \frac{6}{7} : \frac{8}{7}$;

$\frac{3}{7} : \frac{4}{7} :: \frac{6}{7} : \frac{8}{7}$

Elevando a potenze tutti i termini $3^2 : 4^2 :: 6^2 : 8^2$;

Estraendone la radice . . $\sqrt{3} : \sqrt{4} :: \sqrt{6} : \sqrt{8}$.

Oltracciò si ponno moltiplicare o dividere i termini di una proporzione per gli analoghi d' un' altra, senza che s'alteri l'eguaglianza tra il prodotto de'termini *medii* cogli *estremi*.

Così colla $12 : 18 :: 20 : 30$, e la $6 : 7 :: 12 : 14$

posso dalla I^a $\mathbf{12} : 18 :: 20 : \mathbf{30}$ ove $18 \times 20 = \mathbf{12} \times \mathbf{30}$

e dalla II^a $\mathbf{6} : 7 :: 12 : \mathbf{14}$ ove $7 \times 12 = \mathbf{6} \times \mathbf{14}$

comporne una sola proporzione, con rapporto geometrico, in uno de' seguenti modi:

III^a $\mathbf{12} \times \mathbf{6} : 18 \times 7 :: 20 \times 12 : \mathbf{30} \times \mathbf{14}$

che dà $(18 \times 7) \times (20 \times 12) = (\mathbf{12} \times \mathbf{6}) \times (\mathbf{30} \times \mathbf{14})$

IV^a $\frac{12}{6} : \frac{18}{7} :: \frac{20}{12} : \frac{30}{14}$ dove $\frac{18}{7} \times \frac{20}{12} = \frac{12}{6} \times \frac{30}{14}$

Infatti nella I^a $18 \times 20 = 360$, e $\mathbf{12} \times \mathbf{30} = 360$

» II^a $7 \times 12 = 84$, e $\mathbf{6} \times \mathbf{14} = 84$

» III^a $(18 \times 7) \times (20 \times 12) = 126 \times 240 = 30240$

e $(\mathbf{12} \times 6) \times (30 \times 14) = 72 \times 420 = 30240$

» IV^a $\frac{18}{7} \times \frac{20}{12} = \frac{360}{84}$ e $\frac{12}{6} \times \frac{30}{14} = \frac{360}{84}$

Ma quando due o più proporzioni si moltiplicano fra loro, termine per termine, la nuova proporzione ha per *ragione* il prodotto di quelle due proporzioni tra loro moltiplicate.

Nella prima proporzione la *ragione* è 1,500, nella II.^{a} è 1,166; nella III^a ch' è $72 : 126 :: 240 : 420$, la *ragione* è 1,750 ch'è appunto il prodotto delle due ragioni, ossia $1,500 \times 1,166 = 1,750$.

265. **Regola del tre.** Avendo già supposto nota la **regola del tre,** o **regola d' oro** non istimo occorrevole d'indicarne l'operazione pratica. Tuttavolta giovi alcun esempio.

Dappoichè 6 paia di bovi costino 3000 lire, quanto potranno costare sedici paia di bovi d' egual pregio di quelli? Questo è caso di **regola semplice,** perchè ciascun *termine* della **proporzione** è formato da un sol numero. Il primo *rapporto* consta del primo e secondo *termine*, cioè del 6 e del 3000: il secondo *rapporto* si compone del terzo *termine* ch'è il 16, e del quarto ch' io cerco, perchè m' è ignoto, ed è la quantità aggiustatamente specificata col nome d' **incognita.** Per significarla si usa la lettera x,

onde il problema si dispone nella sua proporzione **geometrica**

$$\div\, 6 : 3000 \;::\; 16 : x;$$

e siccome per quello che è detto (§ 263) il prodotto dei due termini di mezzo, dee eguagliare quello del primo per l'ultimo, se ne trae

$$3000 \times 16 = 6 \times x.$$

Perchè poi dividendo due quantità eguali fra loro (§ 260) per lo stesso numero, punto non si alterano, io posso fare

$$\frac{3000 \times 16}{6} = \frac{6 \times x}{6} \quad \text{cioè} \quad \frac{3000 \times 16}{6} = x \text{ onde } x = 8000$$

che sarà il costo delle 16 paia di bovi.

Quindi la regola generale per trovare il *quarto* termine, sta nel fare il prodotto del secondo termine per il terzo, e dividere cotal *prodotto* pel primo termine.

266. Se 20 lavoratori in 15 giorni abbiano fatto 200 metri di lavoro, quanti metri ne faranno in 12 giorni 30 lavoratori? Questo è caso di regola detta **composta** perchè più numeri occorrono a formare un solo *termine*. Prima potrei trovare la soluzione del semplice quesito : se 20 *lavoratori fanno* 200 *metri, quanti ne faranno* 30 *lavoratori?* e dalla proporzione

$$\div\, 20 : 200 :: 30 : x = \text{ricavare } x \; \frac{200 \times 30}{20} = 300$$

Dipoi ricercare l'altro : *se* 30 *lavoratori farebbero x metri, cioè* 300, in 15 *giorni, quanti ne farebbero in giorni* 12? e dall'altra proporzione

$$15 : 300 :: 12 : x, \text{trarre } x = \frac{300 \times 12}{15} = 240$$

Per sifatto modo hannosi a fare due operazioni. Perciò meglio vale disporne una sola di questo modo:

$$20 \times 15 : 200 :: 30 \times 12 : x; \text{onde } x = \frac{200 \times 30 \times 12}{20 \times 15} = \frac{72000}{300} = 240$$

numero de' metri di lavoro ricercati, e rilevati con una sola proporzione cioè appunto col formarne i *termini* con numeri analoghi moltiplicati fra loro.

267. Così, dato che un muro lungo 40 metri, alto 5, e grosso 0,75 sia stato costrutto da 15 muratori nel tempo di 12 giorni, lavorando essi 12 ore per ciascun giorno, e si cerchi a quale altezza potrà costruirsi altro muro di lunghezza metri 103, 125, e grosso un metro, lavorandovi 18 muratori per 25 giorni, durante 11 ore d'ogni giorno: io posso comprendere nel primo termine le date dimensioni 40 metri, 5 metri, e 0,75; poi nel secondo i 15 muratori, i 12 giorni e le 12 ore per ciascun giorno; indi nel terzo le altre dimensioni date, della lunghezza m. 103,125, della spessezza 1, e in luogo dell'altezza, ch'è la ricerca fatta, la incognita x; infine nel quarto termine i dati analoghi al secondo, cioè i 18 muratori, i 25 giorni e le 11 ore, e disporre la proporzione come segue

$$40 \times 5 \times 0{,}75 : 15 \times 12 \times 12 :: 103{,}125 \times 1 \times x : 18 \times 25 \times 11;$$

ovvero per quest'altro modo (§ 264)

$$15 \times 12 \times 12 : 40 \times 5 \times 0{,}75 :: 18 \times 25 \times 11 : 103{,}125 \times 1 \times x,$$

$$\text{d'onde } x = \frac{(40 \times 5 \times 0{,}75) \times (18 \times 25 \times 11)}{(15 \times 12 \times 12) \times (103{,}125 \times 1)} = \frac{150 \times 4950}{2160 \times 103{,}125}$$

$$\text{infine } x = \frac{74250}{22275} = \text{metri } 3{,}333 \text{ altezza del muro ricercata.}$$

[4] Progressioni.

268. **Progressioni.** Se in data lunghezza di metri, p. es. 360, debba piantarsi un filare d'alberi che distino fra loro 12 metri, si ha solo da dividere 360 per 12. Il quoziente dà il numero d'alberi da piantare, più uno, se il piantamento dee avere un albero ad ogni estremità della data lunghezza. Se nella lunghezza medesima occorra di piantare dato numero d'alberi p. es. 36, allora quella lunghezza divisa pel numero degli alberi, offre nel quoziente la distanza cui deono collocarsi.

269. Volendo conoscere quanto ogni albero dista dal primo, troverò il posto di ciascuno, se mi fo dall'ultimo a calcolare, secondo i numeri che seguono

I. ÷ 360. 348. 336. 324. 312. 300. 288. 276. 264. 252. 240. 228.

onde la **progressione per differenza** o **aritmetica,** è in questo caso **decrescente** o discendente; la quale ha **12** per **ragione,** così chiamandosi il numero esprimente la differenza costante fra due termini successivi. Invece se calcolo la stessa distanza cominciando dal primo che è a zero distanza da sè, ho

II. ÷ 0. 12. 24, 36. 48. 60. 72. 84. 96. 108. 120. 132. 144. 156.

progressione pure **aritmetica,** ma **crescente** o **ascendente** colla stessa **ragione 12.** Ora un *termine* qualunque di una **progressione** per **differenza,** è eguale al primo *termine aumentato* o *diminuito* di tante volte la **ragione** quanto è il numero de' *termini* precedenti quello da considerare, secondochè la progressione è crescente o decrescente. Nell' addotto esempio I. cercando quanto disti il quarto albero, cominciando dall'ultimo di essi, si avrà da $360 - 3 \times 12 = 360 - 36 = 324$: nel II. caso cercando quanto disti dal primo il 12.°, si dirà

$$0 + 11 \times 12 = 0 + 132 = 132.$$

270. Inoltre la somma di due termini egualmente distanti da noti estremi della progressione per differenza, è eguale alla somma degli estremi. Nel I. esempio $300 + 288 = 360 + 228$, nel II. $72 + 84 = 0 + 156$.

271. Anzi più genericamente, nelle **progressioni aritmetiche** la somma di due termini qualunque è eguale alla somma di due termini equidistanti uno a destra e l'altro a sinistra di quei primi. Nel I. esempio $336 + 276 = 360 + 252$ ed anche $336 + 276 = 324 + 288$ e nel II. $60 + 96 = 48 + 108$ come $60 + 96 = 72 + 84$. Dunque se dovessi far condurre da una massa posta dov'è il primo albero, del concime a due alberi qualunque d'un filare piantato regolarmente, la somma

dei due viaggi eguaglia la somma di quelli occorrevoli ad altri due, posti ad egual distanza da quelli, purchè uno da una parte e uno dall'altra dei medesimi.

272. Quando entro due termini dati si volessero **interporre** altri termini equidifferenti tra loro, basta sottrarre il termine minore dal maggiore e dividere il resto pel numero de' termini, più uno, da intercalare, e il quoziente forma la *ragione* ricercata, siccome ho detto per gli alberi (§ 269). Se abbiansi i due termini 659 e 39, e si voglia fare una progressione di 10 numeri compresi i due dati, ossia intercalarne 9, si ponga 659 — 39 = 620. Diviso 620 per 9 + 1 = 10, sarà 62 la cercata *ragione:* onde il 1.° termine della progressione sarà 659 — 62 = 597; il 2.° sarà 597 — 62 = 535 ec, onde si avrà

÷ **659.** 597. 535. 473. 411. 349. 287. 225. 163. 101. **39.**

273. **Progressioni geometriche.** Deesi escavare un pozzo. Si accorda agli operai lire 2, 50 pel primo metro di profondità, poi un quinto di più pel secondo metro, e così di seguito, aumentando sempre un quinto sul costo del metro precedente. Quanto è dovuto agli operai medesimi, per esempio, dopo 9 metri? Di spesso ricorrono analoghi problemi, quindi l'uopo di conoscere le proprietà delle **progressioni geometriche.**

274. Una d'esse offrono i numeri 48, 24, 12, 6 ec., la quale scrivesi come segue

III. ∻ 48 : 24 : 12 : 6 : 3 . . ed è **decrescente** con **ragione** 1 diviso per 2, mentre l'altra per esempio

IV. ∻ 3 : 6 : 12 : 24 : 48 : 96 : 192 : 384 : . . è **geometrica crescente** con **ragione** il 2.

Le **ragioni** adunque relative a semplice addizione o sottrazione, formano le progressioni **aritmetiche:** se relative a moltiplica o divisione compongono le **geometriche.**

275. Qualsisia termine di una progressione geometrica, eguaglia un altro *termine* qualunque moltiplicato per la *ragione*, elevata a potenza di grado espresso dal numero de' termini intermedii più uno. Per trovare il termine successivo al N. 24 nella progressione IV basta moltiplicarlo per la ragione 2. Se perciò sapessi solo che deve essere il 5.° e che 3 è il primo termine, dovrò fare $3 \times 2^4 = 3 \times 16 = 48$ numero cercato. Se avessi cercato il 5.° termine nella progressione III, la ragione di essa constando dell'1 diviso per 2, mi darebbe, essendo 48 il primo termine:

$$48 \times \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 48 \times \frac{1}{16} = \frac{48}{16} = 3$$

276. Per trovare la somma di tutti i termini d'una progressione geometrica ascendente, bisogna moltiplicare il primo termine per la **ragione** elevata a una potenza di grado pari al numero de' termini dati, e diminuire questo prodotto del valore del primo termine: poi dividere il tutto per la *ragione* diminuita dell'unità. Se si chiami T il primo termine, R la **ragione,** *n* il numero de' termini ed S la somma ricercata, si avrà la formola

$$S = \frac{T \times R^n - T}{R - 1}$$

277. Il prodotto de' termini equidistanti da due estremi è eguale al prodotto degli estremi medesimi. Infatti nella progressione III. $24 \times 12 = 6 \times 48 = 288$; nella IV. $12 \times 24 = 3 \times 96 = 288$; $24 \times 48 = 3 \times 384 = 1152$.

Il prodotto di tutti i termini di una progressione geometrica è eguale alla **radice quadrata** del risultato che si ottiene **elevando il prodotto de' termini estremi** a una potenza di grado pari al numero de' termini della progressione.

278. Per inserire tra due dati termini, dei proporzionali o geometrici, cioè a dire formare una progressione geometrica, dividesi il primo per l'ultimo, e sul resto si estrae una radice di grado pari al numero più uno de' termini da inserire. La radice trovata è la *ragione* della progressione. Per trovare nove intercalari tra 2 e 2048, dividesi il primo pel secondo termine: il quoziente 1024 essendo la decima potenza del 2, se ne conchiude subito che 2 deve essere la **ragione** della progressione ricercata, onde 2×2 sarà il secondo termine ec. per cui la detta progressione riesce

V. ÷÷ 2 : 4 : 8 : 16 : 32 : 64 : 128 : 256 : 512 : 1024 : 2048

279. Dopo ciò ricorre facile la risposta al quesito proposto al § 273. Aggiungere a un numero il suo quinto è lo stesso che moltiplicarlo per $\frac{6}{5}$. Quindi il prezzo d'ogni metro successivo forma una progressione, il cui primo termine è lire 2 50, la **ragione** è, come è detto sei quinti o in frazione decimale 1, 2, e nella quale i termini sono 9. Per trovare materialmente quanto l'operaio dee avere metro per metro potrei fare

1	metro	. . . .				Lir.	2,50
2	»	2,50	×	1,2	=	»	3.00
3	»	3,00	×	1,2	=	»	3,60
4	»	3,60	×	1,2	=	»	4,32
5	»	4,32	×	1,2	=	»	5,184
6	»	5,184	×	1,2	=	»	6,2208
7	»	6,2208	×	1,2	=	»	7,46496
8	»	7,46496	×	1,2	=	»	8,957952
9	»	8,957852	×	1,2	=	»	10,7495424
							51,9972544

Invece con calcolo più spedito moltiplico (a norma del 276) il primo termine 2, 50 per la ragione 1,2 elevata a gradi 9. Diminuisco il risultato di questa moltiplicazione d'una quantità eguale al primo termine. Divido il residuo per la ragione diminuita dell'unità. Ho dunque per la cercata somma S da porre $T = 2{,}50$, $R = 1{,}2$, $n = 9$ e perciò

$$S = \frac{2{,}50 \times (1{,}2)^{9} - 2{,}50}{1{,}2 - 1} = \frac{2{,}50 \times (5{,}199) - 2{,}50}{0{,}2} = \frac{103{,}994}{0{,}2} = 51{,}997$$

280. Quando si tratta di trasporti per provvedere sia materiali lungo una strada, sia concimi lungo un esteso filare di piante che fiancheggino un argine, un canale, il prezzo si suole stabilire secondo la distanza media, e spesso richiede calcoli molto complicati.

281. Quando però sieno ben comprese le proprietà delle **relazioni, proporzioni** e **progressioni** (1) riescono pure comprendibili le diverse operazioni per calcoli frequenti negli usi della vita, e nella rustica amministrazione, siccome le regole d'interesse ec.: di cui tornerà in acconcio qualche esempio.

282. **Regola d'interesse.** Se un terreno di un dato valore rende il 5 per cento, ed io voglia sapere quanto dee rendere in proporzione un terreno che costi lire 8000, dal porre

$$100 : 5 :: 8000 : x, \text{ onde } x = \frac{5 \times 8000}{100} = 400$$

ho facilmente il dato richiesto: ma nella vera regola d'interesse, deesi calcolare ancora il dato del tempo. Tale sarebbe s'io cercassi quanto mi dee rendere il capitale di 5500 lire in tre anni e mesi 6, al 5 per cento, problema allora di regola del tre composta, e si risolve facendo il calcolo a mesi:

$$100 \times 12 : 5 :: 8000 \times 42 : x \text{ onde } x = \frac{8000 \times 42 \times 5}{100 \times 12} = \frac{16800}{12} = 1400$$

Se invece sappiasi che un capitale al 4 e mezzo per cento, in 10 anni ha fruttato 4500 lire e vogliasi conoscere quel valore capitale, si avrà da

$$4,5 \times 10 : 100 :: 4500 : x, \text{ onde } x = \frac{100 \times 4500}{10 \times 4,5} = \frac{45000}{4,5} = 10000$$

283. Dalle predette formole nasce la pratica commerciale quando si voglia trovare l'interesse d'una data somma per un dato tempo, di moltiplicare la somma capitale per l'interesse, poi questo prodotto pel tempo, e dividere il tutto per 36000. Quindi l'interesse di 3672 lire per 8 mesi e 5 giorni al 6 per cento ed anno, essendo che 8 mesi e 5 giorni si calcolano in commercio per 245 giorni, si ha subito da

$$\frac{3672 \times 6 \times 245}{36000} = x; \text{ onde } x = \frac{5397840}{36000} = 149,94$$

dal quale esempio rilevasi che nel caso dell'interesse al 6 per cento dovendo farsi la moltiplica per 6, e la divisione per 36000, si può risparmiare quella moltiplica facendo soltanto la divisione per 6000.

---

(1) Le progressioni geometriche portano talora a risultati sorprendenti. Quando SESSA figliuolo di DAHER immaginò il giuoco degli scacchi, ove il re non può muover passo senza il soccorso degli altri pezzi, il re indiano SCHERAM lo richiese di quanto avesse desiderato di premio. Chiesegli il SESSA un solo grano di frumento per la prima casella dello scacchiere, due per la seconda, quattro per la terza, e via sempre addoppiando. Ora dovendosi moltiplicare sino alla sessanquattresima casella, si arriva a questo numero di grani: 18446774073709531615. Il WALLIS calcelò che avrebbe fatto tal quantità di frumento da comporne una piramide lunga, larga ed alta nove miglia inglesi.

284. Non sarà inopportuna una tavola indicante il numero de' giorni compresi dal dato giorno d'un mese allo stesso giorno d'un altro mese dell'anno calcolato a 365 giorni e non a 360 come si fa nel commercio.

MESI ANTECEDENTI	MESI SUSSEGUENTI											
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Decembre
Gennaio	365	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334
Febbraio	334	365	28	59	89	120	150	181	212	242	273	303
Marzo	306	337	365	31	61	92	122	153	184	214	245	275
Aprile	275	306	335	365	30	61	91	122	153	183	214	244
Maggio	245	276	304	335	365	31	61	92	123	153	184	214
Giugno	214	245	273	304	334	365	30	61	92	122	153	183
Luglio	184	215	243	274	304	335	365	31	61	92	123	153
Agosto	153	184	212	243	273	304	334	365	31	61	92	122
Settembre	122	153	181	212	242	273	303	334	365	30	61	91
Ottobre	92	123	151	182	212	243	273	304	335	365	31	61
Novembre	61	92	120	151	181	212	242	273	304	335	365	30
Decembre	31	62	90	121	151	182	212	243	274	304	335	365

285. Ho riprodotto questa tavola da un trattato d'aritmetica, perchè riesce assai comoda in molte faccende campestri. Se per esempio vogliasi sapere, (come accade per alcuni lavori, per la gestazione degli animali domestici ec.) quanti giorni passano dal 5 marzo al 5 novembre, di faccia al marzo della fila orizzontale si osserva il numero cui corrisponde verticalmente il novembre, e trovasi il 245, preciso numero, mentre calcolando a 30 giorni per un mese si commetterebbe un errore di 5 giorni, in soli 8 mesi; come si farebbe di 6 giorni in 9 mesi calcolando il tempo trascorso da un dato giorno di maggio a pari giorno di febbraio e di 7 giorni da marzo al febbraio, cioè in 11 mesi.

286. **Avvertenza.** Quando si preleva un *tanto* per cento, si suole usare la solita regola di proporzione, e così nelle **decime** per es. da 2530 manipoli di grano se ne prelevano 253: ma realmente per questo modo al **decimatore** si viene a dare più che non si crede, ossia esso viene a percepire un **decimo** del totale, ch'è realmente il **nono** di quello che tocca al **decimato.** Ho veduto in alcuni luoghi per esempio farsi 11 mucchi o misure del genere cadente sotto la decimazione, e tra i quali il **decimatore** sceglie quello che gli aggrada. Se così si operasse sui citati 2530 manipoli invece di prelevarne 253, non ne trarrebbe il decimante che 230, cioè 23 di meno, ma in questo caso avrebbe toccato effettivamente la 10ª parte di quello che tocca al decimato.

287. **Interesse composto.** Quando all'interesse dato da un capitale si voglia aggiunto il frutto dell'interesse medesimo, a capo di un tempo determinato, si ha l'interesse composto. Si voglia conoscere per esempio l'interesse **composto** di lire 6000 al 5 per cento ed anno, durante l'epoca di tre anni. L'interesse del primo anno si ha da

$$100 : 5 :: 6000 : x \text{, onde } x = \frac{6000 \times 5}{100} = 300$$

Quindi il capitale alla fine del 1.° anno essendo 6300, il frutto a fine del 2.° anno si avrà da

$$100 : 5 :: 6300 : x \text{, ed } x = \frac{6300 \times 5}{100} = 315$$

per la qual ragione alla fine del 3.° anno sarà

$$100 : 5 :: 6615 : x \text{, ed } x = 330{,}75$$

onde il capitale, coll'interesse composto, a fine del 3.° anno è

$$6615 + 330{,}75 = 6945{,}75.$$

288. In generale la seguente formola serve a far conoscere l'interesse degli interessi, più il capitale per un dato tempo. Il 100 elevato alla potenza espressa dal numero degli anni dati, **sta a** 100 più il *tanto* elevato ad egual potenza **come** il capitale primitivo **sta** al capitale col suo interesse composto. Onde se s'indichi per **n** il dato numero d'anni, per **f** il richiesto *tanto* per 100, e per C il capitale primitivo, si avrà il capitale ultimo x da

$$(100)^n : (100 + f)^n :: C : x \text{, ed } x = \frac{(100 + f)^{n-1} C}{(100)^n - 1}$$

289. Riesce più spedito calcolare il frutto d'una lira in un anno: poi elevare il valore 1 della lira più il suo frutto d'un anno, ad una potenza di numero uguale al numero degli anni dati, e moltiplicarlo pel capitale. Nel caso del § 287, il capitale e frutto d'una lira in un anno è 1,05: essendo 3 gli anni dati, avrò $(1{,}05)^3$ che moltiplicato pel capitale cioè per 6000 darà

$$(1{,}05)^3 \times 6000 = 1{,}157625 \times 6000 = 6945{,}75$$

Infatti se nella formola indicata al § 288, si ponga $n = 3$, $f = 5$, e $C = 6000$, avremo

$$(100)^3 : (105)^3 :: 6000 : x \text{ ed } x = \frac{(105)^3\, 6000}{(100)^3} = \frac{6945750000}{1000000} = 6945{,}75$$

290. Ho parlato di doppi interessi perchè sono il fondamento delle casse di **risparmio,** o di **previdenza** delle quali l'uso dovrebbe estendersi molto maggiormente nelle campagne. Con reale vantaggio ho io stesso praticato di far depositare ai braccenti una piccola frazione del loro guadagno

ogni settimana, pel qual modo si componevano un piccolo cumulo: da cui prelevavano alla fine dell'anno la somma loro occorrevole pel fitto della casa, rimanendo sempre un avanzo, che unendosi a quelli degli anni successivi, serviva per circostanza d'infermità, o d'annate in cui fosse il vitto a caro prezzo. Se dai coloni mezzadri più agiati si facesse ogni anno depositare una piccola somma, anche solo di 100 lire, nella Cassa di risparmio se ne otterrebbe il singolare profitto per loro di porsi in grado, dopo non lungo periodo, di provvedere attrezzi, e fornire l'occorrevole bestiame nella metà loro spettante, senza aver più ricorso a prestanze da terzi, il cui interesse è in diretta opposizione con quelli del possidente, del fondo, e dello stesso lavoratore.

291. La seguente **tavola** offre facile modo di conoscere quanto produca il deposito annuo di una data somma coll'interesse doppio del 4 ovvero del 5 per cento, per 30 anni.

Capitali definitivi

risultanti da 1 lira posta a interesse doppio, ripartendo il deposito al principio d'ogni anno.

Numero d'anni	CAPITALE DEFINITIVO coll'interesse del		Numero d'anni	CAPITALE DEFINITIVO coll'interesse del		Numero d'anni	CAPITALE DEFINITIVO coll'interesse del	
	4 per 0|0	5 per 0|0		4 per 0|0	5 per 0|0		4 per 0|0	5 per 0|0
1	1, 04000	1, 05000	11	14, 02579	14, 91714	21	33, 17715	37, 50523
2	2, 12160	2, 15250	12	15, 60682	16, 71300	22	35, 54707	40, 43049
3	3, 24646	3, 31013	13	17, 27109	18, 59865	23	38, 01179	42, 50201
4	4, 41632	4, 52564	14	19, 00277	20, 57858	24	40, 57509	45, 72711
5	5, 63297	5, 80192	15	20, 80371	22, 65751	25	43, 24093	49, 11346
6	6, 89829	7, 14202	16	22, 67669	24, 84038	26	46, 01340	52, 67913
7	8, 21422	8, 54912	17	24, 62459	27, 13240	27	48, 89677	56, 41359
8	9, 58279	10, 02658	18	26, 65041	29, 53902	28	51, 89547	60, 33372
9	11, 00640	11, 57791	19	28, 70726	32, 06597	29	55, 01412	64, 44986
10	12, 48634	13, 20680	20	30, 89838	34, 71927	30	58, 25752	68, 77180

292. Proseguendo questa tavola, si troverebbe a fine di 40 anni il capitale definitivo = 98,75572 nel caso dell'interesse al 4 per 0|0: ed = 124,85279 in qnello al 5 per 0|0: similmente dopo 50 anni sarebbe = 158,70296 ovvero a 217,82740. Qualsisia poi la somma ripetutamente depositata, per conoscere a quanto aggiunga dopo un dato numero d'anni, secondo l'interesse del 4, o del 5 per 0|0 accennato nella tavola stessa, cioè per cercare ad esempio, depositando 50 lire all'anno al 5 per 0|0, qual

è il capitale definitivo dopo 15 anni, trovato il numero nella colonna degli interessi al 5 per 0[0, corrispondente al 15 nella colonna degli anni, non si ha che a moltiplicarlo pel detto deposito cioè per lire 50. Quindi si trova che ascende a 50 × 22,65751 = 1132,8755. Nel caso di un colono, considerando che difficilmente avrebbe trovato a collocare le 50 lire, e realmente ne' 15 anni ha sborsato 750 lire, egli otterrebbe un guadagno quant'è 1132,8755 — 750 = 382,8755. Se avesse continuato per 26 anni, il capitale definitivo sarebbe 50 × 52,679 = 2633,95 dal quale detratto 50 × 26 = 1300 somma realmente depositata, rimane un aumento di 1333, d'onde provasi che in meno di 26 anni il denaro sborsato o capitale depositato, si raddoppia. Una sola lira, in meno di 300 anni al 5 per 0[0 s'aumenterebbe fino a 2 milioni di lire.

SEZIONE VIII.

Logaritmi.

293. Il calcolo per trovare una potenza elevata d'un numero composto di molte cifre, ovvero per estrarne una radice pur di elevato grado da un altro qualsisia, è lungo, noioso: oltracciò facile a condurre a qualche errore per la quantità di moltiplicazioni e addizioni, e divisioni e sottrazioni da replicare. Fu perciò mirabile artificio, e veramente degno di sottile intelligenza dell'uomo rintracciar modo di sostituire alle moltipliche e alle divisioni, la semplice addizione o sottrazione, e trovare la potenza o la radice d'un numero, mercè una semplice moltiplica o divisione. Sublime ingegno cui si giunge, mercè l'invenzione de' **Logaritmi.**

294. Quando si comprende cos' è progressione aritmetica e geometrica si conosce che siano i **logaritmi** il cui uso è tanto utile nelle arti. Infatti i logaritmi sono numeri disposti in progressione aritmetica sotto quelli di una progressione geometrica.

Progressione geometrica ÷÷ 2: 4: 8: 16: 32: 64: 128: 256: 512: 1024: ec.
Logaritmi ÷ 2. 5. 7. 9. 11. 13. 15. 17. 19. 21. ec.

Il 3 dicesi **logaritmo** del 2, il 5 del 4 ec.: ogni termine della progressione aritmetica, è **logaritmo** del termine immediatamente superiore nella progressione geometrica.

Senza indagare le diverse serie **aritmetiche** quali possono dare i logaritmi per altre diverse geometriche, è d'uopo conoscere quelle onde si usa comporre le tavole dei logaritmi. Prescelta per **geometrica** progressione la decupla e per **aritmetica** la serie naturale dei numeri si formò

VI ÷÷ 1: 10: 100: 1000: 10000: 100000: 1000000
VII ÷ 0 . 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6

295. È facile subito conoscere il logaritmo dell' unità, seguita da quanti zeri si voglia: perchè tante unità sono nel logaritmo quanti i zeri nel numero. Ammesso che p. es. 1 serva ad esprimere 10 e 2 ad esprimer 100, se si voglia il **logaritmo** di un numero non compreso nella progressione geometrica VI, quale sarebbe il 3, si desume pel seguente raziocinio. Essendo in

facoltà tra **1** e **10** di inserire un gran numero di termini medii geometrici (§ 278) o l'uno di questi potrà essere il **3** o vi saranno due termini consecutivi fra i quali il **3** può essere compreso. Dopo ciò, inserendo nella progressione **aritmetica** VII egual numero di medii termini come s'è fatto per la progressione **geometrica** VI, collocate ambe le progressioni nuove intercalate tra **1**, e **10**, e tra **0** e **1** a modo che i termini dell'una sieno sopra quelli dell'altra, come lo sono gli altri delle progressioni VI e VII, il logaritmo di **3** sarà quello che gli è corrispondente al disotto nella progressione aritmetica. Che se il **3** non fosse esattamente alcuno dei termini intercalati nella progressione **geometrica** si prende, nella progressione **aritmetica,** per rappresentarlo quel termine corrispondente a quello della suddetta progressione geometrica che più gli si avvicina.

296. TAVOLA
de' logaritmi de' numeri 1 a 120.

Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI
0	Infini. neg.	30	1,477121	60	1,778151	90	1,954243
1	0,000000	31	1,491362	61	1,785330	91	1,959041
2	0,301030	32	1,505150	62	1,792392	92	1,963788
3	0,477121	33	1,518514	63	1,799341	93	1,968483
4	0,602060	34	1,531479	64	1,806180	94	1,973128
5	0,698970	35	1,544068	65	1,812913	95	1,977724
6	0,778151	36	1,556303	66	1,819544	96	1,982271
7	0,845098	37	1,568202	67	1,826075	97	1,986772
8	0,903090	38	1,579784	68	1,832509	98	1,991226
9	0,954243	39	1,591065	69	1,838849	99	1,995635
10	1,000000	40	1,602060	70	1,845098	100	2,000000
11	1,041393	41	1,612784	71	1,851258	101	2,004321
12	1,079181	42	1,623249	72	1,857332	102	2,008600
13	1,113943	43	1,633468	73	1,863323	103	2,012837
14	1,146128	44	1,643453	74	1,869232	104	2,017033
15	1,176091	45	1,653213	75	1,875061	105	2,021189
16	1,204120	46	1,662758	76	1,880814	106	2,025306
17	1,230449	47	1,672098	77	1,886491	107	2,029384
18	1,255273	48	1,681241	78	1,892095	108	2,033424
19	1,278754	49	1,690196	79	1,897627	109	2,037426
20	1,301030	50	1,698970	80	1,903090	110	2,041393
21	1,322219	51	1,707570	81	1,908485	111	2,045323
22	1,342423	52	1,716003	82	1,913814	112	0,049218
23	1,361728	53	1,724276	83	1,919078	113	0,053078
24	1,380211	54	1,732394	84	1,924279	114	2,056905
25	1,397940	55	1,740363	85	1,929419	115	2,060698
26	1,414973	56	1,748188	86	1,934498	116	2,064458
27	1,431364	57	1,755875	87	1,939519	117	2,068186
28	1,447158	58	1,763428	88	1,944483	118	2,071882
29	1,462398	59	1,770852	89	1,949390	119	2,075547
30	1,477121	60	1,778151	90	1,954243	120	2,079181

Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI	Numeri	LOGARITMI
120	2,079181	140	2,146128	160	2,204120	180	2,255273
121	2,082785	141	2,149219	161	2,206826	181	2,257679
122	2,086360	142	2,152288	162	2,209515	182	2,260061
123	2,089905	143	2,155336	163	2,212188	183	2,262451
124	2,093422	144	2,158362	164	2,214844	184	2,264818
125	2,096910	145	2,161368	165	2,217484	185	2,267172
126	2,100371	146	2,164353	166	2,220108	186	2,269513
127	2,103804	147	2,167317	167	2,222716	187	2,271842
128	2,107210	148	2,170262	168	2,225309	188	2,274158
129	2,110590	149	2,173186	169	2,227887	189	2,276462
130	2,113943	150	2,176091	170	2,230449	190	2,278754
131	2,117271	151	2,178977	171	2,232996	191	2,281033
132	2,120574	152	2,181184	172	2,235528	192	2,283301
133	2,123852	153	2,184691	173	2,238046	193	2,285557
134	2,127105	154	2,187521	174	2,240549	194	2,287802
135	2,130334	155	2,190332	175	2,243038	195	2,290035
136	2,133539	156	2,193125	176	2,245513	196	2,292256
137	2,136721	157	2,195900	177	2,247973	197	2,294466
138	2,139879	158	2,198657	178	2,250420	198	2,296665
139	2,143015	159	2,201397	179	2,252853	199	2,298853
140	2,146128	160	2,204120	180	2,255273	200	2,301030

297. Se s' immagina d'avere intercalati 10000000 medii **geometrici** tra 1, e 10 altrettanti tra 10, e 100, tra 100 e 1000 ec.: in pari tempo inserito egual numero di medii **aritmetici** fra 0 e 1, tra 1 e 2 tra 2 e 3 ec.: oltracciò disposti tutti i primi sovra una stessa linea, e tutti i secondi regolarmente al dissotto di quei primi, quando si cerchi nella linea superiore il numero più prossimo al 2 e si prenda nella inferiore il suo corrispondente: poi lo stesso si operi pel numero 3, 4, 5 ec. notando tutti quelli che sotto gli corrispondono nella linea inferiore ossia nella progressione **aritmetica;** tutti questi numeri sono quelli de' quali si compongono le **Tavole logaritmiche.** Nè volli trascurare di offerirne l'esempio della precedente dal N. 0 sino al 120 sia per farne meglio apprezzare le proprietà, sia per gli usi di cui sarà d'uopo in quanto rimane a dire intorno le nozioni aritmologiche opportune a sapersi.

298. La prima cifra a sinistra di ogni **logaritmo** dicesi la **caratteristica** perchè indica in qual decade è compreso il numero cui quel logaritmo appartiene. Da 0 a 9 la **caratteristica** è sempre **0**; dal 10 al 99 è sempre **1**; dal 100 al 999 è **2**; o così sempre è eguale al numero, meno uno, delle cifre componenti il numero di cui è logaritmo.

299. Senza entrare nella ragione teorica dell'uso dei logaritmi basterà conoscere l'uso delle tavole di cui la detta del § 296 offre saggio.

300. I. Volendo **moltiplicare** un numero per un altro, basta **sommare i loro logaritmi,** e il numero esprimente questa somma, cercato

fra i logaritmi, ha per corrispondente il numero esprimente il prodotto desiderato. Invece di moltiplicare 13 per 9, nella precedente tabella si trovano

Logaritmo di 13 1,113943
» 9 0,954243
La cui somma è . 2,068186

Ora al logaritmo 2,068186 corrisponde il 117 ch'è il prodotto di 13 $\times$ 9.

301. II. Per avere il **quadrato** d'un numero, basta **raddoppiare il suo logaritmo.** Cercando il quadrato di 8, essendo 0,903090 il **logaritmo** di 8, trovasi 0,903090 $\times$ 2 $=$ 1,806180, al quale *prodotto*, cercato tra i logaritmi, corrisponde appunto il 64 $=$ 8 $\times$ 8. Similmente per fare il **cubo,** o trovare la 3.ª, 4.ª, 5.ª ecc. potenza d'un numero, basta prendere tante volte il suo logaritmo, quante unità indica il numero della potenza, ossia l'esponente: e il numero espresso dal *prodotto* è il logaritmo del numero esprimente la cercata potenza. Esempi sieno

per 2^7; log. di 2 $=$ 0,301030, onde 0,301030 $\times$ 7 $=$ 2,107210;

ma 2, 107210 è il logaritmo di 128; dunque $2^7 = 128$. Similmente per 5^3; log. di 5 $=$ 0,698970, e 0,698970 $\times$ 3 $=$ 2,096910; ma 2,096910 $=$ log. di 125, dunque $5^3 = 125$.

302. III. Per **dividere** un numero per un altro basta **sottrarre** l'uno dall'altro i loro **logaritmi.** Quindi se si debba dividere 136 per 4 si ha,

$\frac{136}{4}$ $=$ log. di 136 — log. di 4; essendo log. di 136 — log. di 4 $=$ 2,133539 — 0,602060 $=$ 1,531479 $=$ log. di 34 risulterà che il quoziente di 136 diviso per 4 è 34.

303. IV. Per analoga ragione la **radice** qualsisia d'un numero si ha prontamente: basta **dividere il suo logaritmo** pel numero esprimente il **grado** della **radice.** Il *quoziente* ottenuto è il logaritmo del numero equivalente alla **radice** cercata. Volendo la radice settima di 128 si ha da

$\frac{\text{Log. di } 128}{7} = \sqrt[7]{128}$; infatti log. 128 $=$ 2,107210, e $\frac{2{,}107210}{7} = 0{,}301030$

ma 0,301030 è log. di **2;** dunque la radice settima di 128 è il **2.**

304. V. Per le **frazioni** risulta facile applicare l'uso dei logaritmi nei casi dell'esempio recato al III (§ 302), cioè quando il *numeratore* supera il *denominatore.* Nelle vere frazioni, ove il *numeratore* è minore del *denominatore,* invece di sottrarre il logaritmo del denominatore, si sottrae il logaritmo di questo dal logaritmo di quello, con avvertenza di notare al numero ottenuto di **resto,** il segno negativo. Quindi per trovare $\frac{16}{24}$ si porrà log. di 24 — log. di 16 $=$ 1,380211 — 1,204120, da cui si ha 0,176091, cui si prepone il segno — ad indicare che questo logaritmo rappresenta una frazione, e deve impiegarsi con regola inversa a quella de' numeri interi. Cioè quando abbiasi a moltiplicare per una frazione, convien sottrarre il suo logaritmo:

e se abbiasi a dividere è d'uopo sommarlo. Ad esempio se debbasi trovare il valore di $99 \times \frac{16}{24}$ essendo logaritmo di 99 = 1,995635, mi occorre sottrarne il logaritmo superiormente rinvenuto 0,176091, anzichè sommarlo come avrei fatto trattandosi d'interi. E riuscendo

$$1,995635 - 0,176091 = 1,819544, \text{ e } 1,819544 = \text{log. di } 66$$

ne rilevo essere $99 \times \frac{16}{24} = 66$.

305. Se si fosse ridotta quella frazione (com'è debito sempre di fare) alla sua più semplice espressione, cioè a 2 diviso per 3, essendo

Log. di 2 = 0,301030, e log. di 3 = 0,477121,

si ha 0,477121 — 0,301030, = 0,176091, il quale è il logaritmo precedentemente trovato per quella frazione, 16 diviso per ventiquattro; e non richiede ulteriore chiarimento per dimostrare che avrebbe condotto ad analogo risultato qualsisia altra più lunga operazione aritmetica.

306. Gli è ben facile obbiezione l'osservare che il limitatissimo numero de' logaritmi dato nella tavola precedente, ne rende troppo ristretta l'applicazione. Vi sono metodi per trovare i logaritmi rispondenti a numeri non compresi nelle tavole, ma sia perchè troppo si estenderebbe il capitolo presente, sia perchè i risultati cui tali metodi conducono, limitati a semplici operazioni aritmetiche, non sono esatti, poco aggiugnerò a quant' ho esposto intorno a' logaritmi, cioè quanto basti perchè l'agronomo non ne ignori l'uso per qualsiasi applicazione in seguito possa occorrere.

307. Intanto si vorrà dedurre anco dal poco che n'ho detto, che sapendo dividere un numero ne' suoi *fattori*, il logaritmo di quello si ha sempre purchè i logaritmi de' *fattori* stessi sieno nella tavola, chè sommati, quel primo rappresenteranno. Così cercando il logaritmo di 5723 lo trovo in log. di 59 + log. di 97; quello di 16632 lo avrò da log. di 132 + log. di 126 perchè ho 132 × 126 = 16632.

308. Quando fosse dato da *eseguire un alveo, il cui escavo totale equivalesse ad un solido rappresentato dal cubo di* 113 metri lineari, ed il lavoro *dovesse farsi da* 1200 *operai, ogni uno de' quali potesse escavare* 4 *metri cubici in un giorno, si domanda in quanti giorni quell'escavo sarà compiuto.* Volendo fare il calcolo prontamente, si può eseguire con **Logaritmi** benchè non compresi nella **Tavola** addietro indicata. Per trovare il cubo di 113 porremo Log. di 113 × 3, cioè a dire 2,053078 × 3 = 6,159234. Quest'ultimo numero non è nella Tavola, ma servirà similmente. Manca pure il logaritmo di 1200 e si supplisce sommando quello di 10 con quello di 120. S'aggiugne di più il Log. di 4, numero de' metri che fa ogni uomo in ciascun giorno, per conoscere quanti metri fanno per giorno i 1200 operai. Si pone adunque

Log. di 1 + Log. di 120 + Log. di 4 = 1,000000 + 2,079181 + 0,602060 = 3,681241

Parimenti manca nella Tavola questo **logaritmo**, come quel precedente; ma per conoscere il numero de' giorni occorrevoli al lavoro, mentre nelle operazioni ordinarie avremmo dovuto *dividere* quella quantità cubica di 113 metri, pel lavoro giornaliero di tutti gli operai, avremo solo da *sottrarre* l'uno dall'altro i due Logaritmi quali non abbiamo nella Tavola, ma il cui *residuo* dopo la sottrazione può invece trovarvisi, oppure prossimamente dedursene. L'operazione intanto giova disporla come segue:

Log. di 10 = 1,000000	Log. di 113 =	2,053078
		3
Log. di 120 = 2,079181		6,159234
Log. di 4 = 0,602060	Da sottrarre	3,681241
3,681241	Risultato	2,477993

309. **La tavola** addietro non si estende oltre al logaritmo 2,301030. Però è questo uno de' casi, in cui vale il seguente mezzo. Cerco il numero corrispondente alla *caratteristica* 2; trovo ch'è il 100: indi cercherò il più prossimo alle residue cifre 477933 e trovo corrispondere al 3. perchè 0,477121 è il logaritmo di 3. Siccome poi (§ 300) la somma di due logaritmi corrisponde al prodotto de' numeri che essi rappresentano, ne dedurrò essere il 100 × 3, cioè a dire **300** il numero cercato, e solo alquanto minore, perchè 0,477,121 è minore di 477933.

310. L'operazione col più lungo calcolo ordinario dà

$$\frac{113 \times 113 \times 113}{1200 \times 4} = x, \text{ cioè } x = \frac{1442897}{4800} = 300 + \frac{2897}{4800}$$

Da ciò risulta essermi apposto al vero, ritenendo il 300 pel numero delle giornate necessarie ai 1200 operai per l'accennato lavoro. Ma esso è minore dell'esatto tempo occorrevole, perchè manca una parte di giorno equivalente alla frazione trovata $\frac{2897}{4800}$. Supponendo la giornata media di 10 compiute ore di lavoro, quella frazione ridotta in decimali equivalendo a 0,6 circa, indica commesso l'errore di mezza giornata. Questo però equivalendo ad un seicentesimo di differenza, e d'altronde l'aver dovuto prendere un logaritmo minore di quello ricercato rendendo già avvertito che il numero sarebbe riuscito alquanto minore del vero, rimane nullameno dimostrato potersi ancora pel modo suindicato, mercè l'uso della limitatissima **tavola** riportata al § 296 conseguire risultati di rilevantissima approssimazione. Sono inoltre altri modi per desumere dalle tavole i logaritmi che non vi si trovano, de' quali, per le dichiarate ragioni non credo convenevole di far menzione. Intanto il sin qui detto si troverà in progresso molto opportuno, e reputo aver dimostrato il facile uso de' logaritmi, benchè troppo spesso quelli che dànnosi allo studio razionale delle arti ne disconoscano l'importanza, come dice l'egregio MINOTTO, o si facciano idea troppo ardua del modo d'usarli.

SEZIONE IX.

Problemi.

311. Nelle questioni, quali possano risolversi con semplici regole d'Aritmetica, non ponno offerirsi norme precise se non quelle superiormente dette; cioè di penetrare aggiustatamente l'*enunciato* del problema. Nella piupparte de' casi la considerazione dei rapporti, e delle proporzioni è il mezzo più diretto per trovare il numero incognito che si ricerca. D'altronde in tutte queste Sezioni, sonosi addotti esempi ed applicazioni da riuscire per analoghi casi opportunissimi. Dai brevi cenni di principii d'Algebra che seguiranno, discenderà il concetto più esatto del modo con che anco i quesiti semplicemente aritmetici deono essere concepiti e trattati.

312. Tuttavolta siccome hannovi alcune altre regole di cui non s'è fatto parola e ponno ricorrere di frequente uso, mediante l'esposizione di alcuni altri problemi verrà simultaneamente a darsi contezza di quelle, ed offerire ulteriori esempi del modo di enunciare e risolvere i quesiti più facilmente occorrevoli negli usi della rustica vita.

313. Non deesi ommettere di considerare in ogni **problema**, a qual genere di soluzione possa condurre. La soluzione può essere completa ed una sola, ed allora il **problema** dicesi *determinato*; quando il problema ammettesse diverse soluzioni, è *indeterminato*: infine sonovi i **problemi** *più che determinati* e quelli la cui soluzione si fonda sul calcolo delle *probabilità;* **problema** equivale a proposizione in cui è quistione che richiede una soluzione, mentre **teorema** richiede una dimostrazione: ma la *soluzione* di un **problema** per essere compiuta dee essere seguìta dalla *dimostrazione.*

314. In generale i problemi anche i più ovvj d'aritmetica, quando si sanno disporre a modo d'**equazione,** sono pressochè risolti. Conviene avvezzarsi a considerare qualsiasi *operazione* come una **equazione.** Invece per es. di dire 8 via 10 fa 80 dicasi $8 \times 10 = 80$. Di più riflettasi che qualsiasi quantità s'aggiunga o si sottragga, ovvero con essa si divida o moltiplichi ciò che chiamasi i due termini dell'equazione, punto non s'altera l'eguaglianza nè si modifica l'esattezza del risultato da conseguire.

Abbiasene altro esempio semplicissimo.

315. *Si riceve in consegna un tal numero di Chilog. di semenza di canape; se ne dà il terzo a un contadino, ed il quarto ad un altro. Si dimentica e vuolsi perciò indagare qual fosse il peso totale e quello dato a ciascun colono: soltanto si rammenta che l'uno n'ebbe* 10 *Chilog. più dell'altro.*

La differenza reale ch'è tra $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{4}$ si può soltanto trovare riducendo tali frazioni allo stesso *denominatore*. Ciò eseguito si avrà $\frac{4}{12}$ e $\frac{3}{12}$ la cui differenza è di $\frac{1}{12}$. Ora questo $\frac{1}{12}$ nel caso studiato

era 10 chilog: dunque il 12.° del totale deve essere 10, ed il totale doveva ascendere a chilog 120. Di questi un colono avrà avuto chilog. 40 e l'altro 30.

Col porre il problema in equazione s'avrebbe sciolto più speditamente, perchè la quantità incognita è un totale di cui *un terzo* supera *un quarto* di 10. Quindi $\frac{x}{3} - 10 = \frac{x}{4}$ oppure $\frac{x}{3} = \frac{x}{4} + 10$. Per la ripetuta facoltà di poter modificare i due membri dell'equazione senza alterare il risultato che si cerca, moltiplicasi per 12 ogni termine, e si ha

$$\frac{12\,x}{3} = \frac{12\,x}{4} + 120\ ,\ \text{onde}\ 4\,x = 3\,x + 120$$

Sottratti **3** x da ambe le parti si ottiene

$$4\,x - 3\,x = 3\,x - 3\,x + 120\ \text{ossia}\ x = 120.$$

316. Fra i **Problemi determinati**, entrano quelli la cui soluzione si eseguisce mercè le seguenti operazioni, oltre quelli più addietro indicati.

317. **Regola congiunta.** *Vogliasi sapere a quanti metri equivalgano* 54 *tese inglesi essendo soltanto noto che* 81 *tese inglesi pareggiano* 76 *tese francesi, e che* 59 *tese francesi sono* 115 *metri.* Ho adunque due equazioni preparatorie

I.ª 115 m. = 59 tese francesi e II.ª 76 tese francesi = 81 tese ingl.

Moltiplicando per 76 i termini della I.ª *equazione,* e per 59 i due della II.ª, avrò

$$\text{I.}^a\ 76 \times 115 = 59 \times 76 \qquad \text{II.}^a\ 76 \times 59 = 81 \times 59$$

ed evidentemente $76 \times 115 = 81 \times 59$. Ora questo risultato insegna che si deono moltiplicare tra loro i primi membri delle due equazioni e da altra parte i secondi e farne una nuova equazione. Quindi chiamando per x *l'incognito* numero di metri equivalenti alle 54 tese inglesi, avendo ora le due equazioni

$$76 \times 115 = 81 \times 59 \qquad \text{e} \qquad 54\ \text{tese inglesi} = x$$

mediante eguale calcolo faremo

$$76 \times 115 \times 54 = 81 \times 59 \times x$$

Dividendo per uno stesso numero i due membri di una equazione, essa non rimane alterata (§ 314) e perciò, dividendo i due membri di quest'ultima per 81×59, avremo

$$\frac{76 \times 115 \times 54}{81 \times 59} = \frac{81 \times 59 \times x}{81 \times 59}$$ dove l' x essendo divisa e molti-

plicata per la egual quantità 81 × 59, rimane isolata, e dovrà essere eguale al risultato che darà il primo membro; ossia si troverà

$$x = \frac{76 \times 115 \times 54}{81 \times 59} = \frac{471960}{4779} = 98{,}757 \text{ metri.}$$

318. Da tuttociò si rileva, che scrivendo equazioni una dietro l'altra, semprechè nella medesime la precedente abbia il secondo membro della specie del primo della equazione seguente, si ha la **regola compiuta** ogni volta che si arriva ad un ultimo termine della stessa specie del primo della prima equazione. Fatto il prodotto di tutti i primi termini e d'ogni equazione, se ne compone un'ultima dalla quale si trae il valore ricercato.

319. *Conoscendo che l'antico jugero equivaleva a* 900 *tese quadrate di Parigi: che ogni tesa è metri quadrati* 3,799, *e* 100 *metri quadrati formano l'ara, e* 100 *are un ettare, si vuole sapere quanti jugeri equivalgano ad un ettare.* Si dispongono i termini eguali come segue

1 jugero = 900 tese   100 are = 1 ettare
1 tesa = 3,799 metri qu.   1 ettare = x jugeri
100 metri quadrati = 1 ara

Quindi si pone

$$1 \times 1 \times 100 \times 100 \times 1 = 900 \times 3{,}799 \times 1 \times 1 \times x$$

$$\text{d'onde } 10000 = 34{,}191\, x \quad \text{ed } x; = \frac{10000}{34{,}191} = 2{,}925$$

per cui risulta l'ettare equivalere a jugeri 2,925.

320. Hannovi **problemi** quali sciolgonsi colla così detta **regola di sconto.** Dopo aver discorso a sufficienza della **regola d'interesse**, siccome quando uno paga prima del tempo convenuto, dee essere compensato dell'interesse che in quel tempo il capitale avrebbe prodotto, nasce la **regola di sconto.** La quale riducesi a valutare l'interesse del capitale pel tempo da decorrere, e sottrarlo dal capitale: onde si pare manifesto che la **regola di sconto** non presenta altra differenza da quella d'**interesse** che di sottrarre, invece di sommare, *l'interesse* dal *capitale* medesimo.

321. Altri **problemi** riferisconsi a fondi pubblici, e richiedono la **regola delle rendite.** *Sia il prezzo della rendita al* 90, *e la rendita al* 5: *quant'occorre per aver* 300 *lire di rendita?* Si ha solo a valersi della solita regola del tre, ponendo

$$5 : 90 :: 300 : x \text{ onde } 5 \times x = 90 \times 300 \text{ ed } x = \frac{90 \times 300}{5} = 5400;$$

cioè occorrono lir. 5400 per acquistar 300 lire di rendita al 90.

322. Nel commercio è necessario conoscere il risultato delle transazioni, che accadono tra il venditore, il compratore, il negoziante, ec. come nell'am-

ministrazione hanno luogo tra il possidente e il lavoratore in ispecie ove il bestiame è a comune. Il calcolo dei **profitti** e delle **perdite** è detto anche **regola del cento o del mille** presso i negozianti. Il guadagno e la perdita ponno essere *assoluti*, quando si riguarda alla pura differenza tra il prezzo di compra o di vendita: *relativi* quando si vuol conoscere il profitto o la rendita in relazione a un dato capitale. *Si comprano tre paia di vitelli a lire 150 il paio, e si rivendono a lire 210 un paio per l'altro.* Il profitto assoluto risulta da $3 \times 210 - 3 \times 150 = 630 - 450 =$ lire 180. Invece il profitto relativo, se per esempio i vitelli furono comprati o stimati le prefate lire 450 un anno circa prima della vendita o nuova stima a lire 630, discende dalla proporzione

$$\div 150 : 180 :: 100 : x \text{ donde } x = \frac{180 \times 100}{150} = \frac{1800}{15} = 120$$

cioè il profitto o guadagno è stato del 120 per 100.

323. Quei problemi, quali riferisconsi ad interessi di un numero d'associati maggiore di due, sogliono risolversi colla **regola di società** *semplice o composta*, la quale serve ancora quando due associati non sieno concorsi in parti eguali nella loro intrapresa, o come suol dirsi non vi abbiano *posta* eguale.

Con 4900 lire di capitale in bestiame, il possidente e il lavoratore hanno fatto un profitto che sta a quel capitale :: 5 : 35. Il lavoratore avea un capitale triplo del guadagno fatto: il possidente avea il rimanente. Ricercasi di sapere il totale guadagno, la posta, ossia capitale di ciascuno, ed il loro individual lucro.

Dalla proporzione $\div 35 : 5 :: 4900 : x$, risulta $x = \frac{4900 \times 5}{35} = 700$

dunque il guadagno è di lire 700 onde il capitale del lavoratore $3 \times 700 = 2100$, e quello del possidente $4900 - 2100 = 2800$. Il profitto individuale pel possidente da

$$\div 4900 : 700 :: 2800 : x \text{ è } x = \frac{2800 \times 700}{4900} = 400$$

pel lavoratore da

$$\div 4900 : 700 :: 2100 : x \text{ è } x = \frac{2100 \times 700}{4900} = 300$$

ed infatti sommando i due profitti parziali danno $400 + 300 = 700$

324. *Quattro persone abbiano guadagnato in 5 anni 18000 lire, con un capitale complessivo di lire 48000. La posta o capitale della I. persona è la metà di quella della II.; quella della II., è due terzi di quella della III.; e la posta della III., è tre quarti di quella della IV. Ripartito il profitto a ciascuno secondo l'individual posta, quant'è la posta e il guadagno d'ognuno?*

Questo è un caso in cui occorre la **regola di società composta,**

e speditamente si risolve col mezzo dell' **equazione.** Se chiamisi x il capitale della I.ª persona, sarà $2x$ quello della II.ª, $3x$ quello della III.ª e $4x$ quello della IVª. Ma devono essere

$$x + 2x + 3x + 4x = 48000 ; \text{ onde } 10x = 48000, \text{ ed } x = 4800$$

cioè il capitale della Iª persona è $x = 4800$; della IIª $2\,x = 9600$; della IIIª $3\,x = 14400$; della IVª $4\,x = 19200$.

Per trovare il lucro di ciascuno, non ho d'uopo di fare altrettante regole di proporzione quanti sono gli associati. Siccome il profitto dee corrispondere alle poste individuali, di cui già conosco la proporzione dell'uno rispetto agli altri, e la somma de' lucri speciali dee pareggiare il totale profitto, chiamando x il lucro della Iª persona, avrò l'equazione

$$x + 2\,x + 3\,x + 4\,x = 18000 \text{ lire}$$

d'onde $10x = 18000$, ossia $x = 1800$, e i profitti di ciascuno saranno pel Iº, 1800; pel IIº, 2×1800; pel IIIº, 3×1800; pel IVº, 4×1800; che ridotti e sommati danno

$$1800 + 3600 + 5400 + 7200 = 18000.$$

325. I **problemi** da risolvere mercè la **regola d'alligazione** sono analoghi ai seguenti. Occorre talora di mescere insieme sostanze diverse e formarne un tutto, di cui si ha d' uopo di conoscere il prezzo medio. Qualche volta per concimare terreno da canape si unisce *fimo* ossia escrementi di colombi con altro di polli, e con minuta meta vaccina. È facile se si conoscono le quantità adoperate nel miscuglio e i loro prezzi, rilevare il medio prezzo per es. d'ogni ettolitro della massa composta.

Siano 130	ett. escr. di colombi	a ll. 3 ,	si ha 130×3	= 390
200	» di pollo	» 2 ,	id. 200×2	= 240
190	» di meta vaccina	» 0,50	id. $190 \times 0,50$	= 95
520	ettolitri di miscuglio pel costo totale di . . . lire			725

Quanto costerà ogni ettolitro del miscuglio ?

$$\text{Deesi porre} \div 520 : 725 :: 1 : x; \text{ onde } x = \frac{725}{520} = 1{,}39:$$

ossia ogni ettolitro di miscuglio costerà una lira e 39 a 40 centesimi.

Altra volta si vuole ottenere un miscuglio a un dato prezzo, componendolo di sostanze in proporzioni tali da soddisfare a quella condizione. *Avendo due qualità di vino, di cui l'una vale* 40 *lire una data misura, e l'altra* 56, *vogliasi farne tale miscuglio da valere ll.* 50 *l'eguale misura.* Si dispongono i numeri con quest'ordine

prezzo medio 50	1º prezzo 40	differenza 6
	2º id. 56	id. 10

notando cioè le differenze, ma cangiando il posto loro rispettivo, di fronte

ai prezzi. Prendendo allora 6 misure di vino da ll. 40 mescolandole con 10 misure da ll. 56 io otterrò il desiderato miscuglio a ll. 50: infatti

$$40 \times 6 + 56 \times 10 = 240 + 560 = 800 = 16 \times 50$$

cioè per ogni 6 misure della prima qualità, unite a dieci della seconda, si avranno sedici misure da ll. 50 l'una.

326. Ma per molti **problemi** giova conoscere la **regola di falsa posizione,** come i seguenti:

La terza parte delle foglie di gelso d'un podere è stata venduta: la quarta parte si è consumata; e ne rimangono 1000 chilog. Si domanda a quanti chilog. ascendeva tutta la foglia del podere.

Prendasi un numero tale da poterne rilevare in numeri interi la sua *terza* e la sua *quarta* parte, per es. il 24. Il suo *terzo* sarà 8, ed il *quarto* sarà 6. Levando 8 + 6 da 24 rimane 10: ma questo 10 deve essere eguale a 1000, tale essendo la quantità di foglia rimasta. Da ciò comprendo di dover moltiplicare il 10 per 100 e similmente quindi il 24, se debbo soddisfare alle date condizioni. E difatti avrò

$$\frac{1}{3} \text{ di } 2400 + \frac{1}{4} \text{ di } 2400 + 1000 = 2400$$

come si ha da $$800 + 600 + 1000 = 2400.$$

Analoga soluzione ma più spedita si sarebbe trovata traendo dalla proporzione $\div\, 10 : 1000 :: 24 : x$, l'equazione $x = \dfrac{24 \times 1000}{10} = 2400$

Porgiamone altro esempio.

A tre bravi allevatori di bachi da seta deonsi distribuire 1000 gramme di semenza, ma secondo il locale di cui ognuno può disporre; il quale *presso il I.° allevatore è doppio di quello del II.°, che ne ha uno triplo di quello del III°. Quante gramme debbon darsi a ciascuno?*

Supporrò di darne 10 al III°, quindi ne dovrò dare 30 al II°, e 60 al I.° Ora 10 + 30 + 60 = 100; invece ne ho 1000 da distribuire. Ma egli è ben chiaro, che da 100 : 10 :: 1000 : x rilevo x = 100, ed in luogo delle prime supposte assegnazioni, darò gramme 100 al III°, 300 al II°, e 600 al I°, ed ho sciolto il problema, giacchè 100 + 300 + 600 = 1000.

327. Talora richiedono la **Regola di doppia falsa posizione.** *Da tre fondi ho raccolto 100 ettolitri di formentone: il II, ne produsse 4 più del primo; ed il III. ne produsse quanto gli altri due presi insieme ed 8 ettolitri di più. Si ricerca quanti ettolitri abbia prodotto ciascun fondo.*

Supponendo che il I. ne abbia prodotto solo ettolitri	1
quindi il II. ne avrebbe prodotto 1 + 4 cioè . . .	5
ed il III. 1 + 5 + 8 cioè	14
ciò darebbe una produzione totale di	20

Se io facessi la proporzione come al § 323 antecedente commetterei errore perchè le differenze di 4 ettolitri e di 8 sono costanti, e non proporzionali; cioè a dire non si possono variare, perchè così vuole la condizione del problema. Perciò devo prima distinguere e togliere queste quantità costanti dalla somma complessiva; di poi formare il calcolo di **falsa posizione** come alla maniera ordinaria. Levando i 4 + 4 + 8 ossia 16 ettolitri dai 100, e similmente dalle speciali produzioni, dovrò fare:

supposto al I.° un prodotto di	ettol.	1
sarà pel II.° eguale prodotto	»	1
e pel III.° 1 + 1 cioè	»	2
Produzione totale supposta	ettol.	4

Ma la produzione vera, fatta astrazione dai 16 ettolitri, ascende a 84 ettol.: onde da ∷ 4 : 84 :: 1 : x rilevo $x = 21$ e trovo i rispettivi raccolti come segue

I.°	$= 21$	$= 21$
II.°	$= 21 + 4$	$= 25$
III.°	$= 21 + (21 + 4) + 8$	$= 54$
	Totale	100

328. La regola più comune degli Aritmetici suol essere di fare una prima *posizione* e ove il numero trovato non soddisfi, si nota la differenza col segno + se *eccede*, e col segno — se sia in difetto. Se dalle due supposizioni nascono errori simili, cioè ambedue d'*eccesso* o di *difetto*, si moltiplica l'errore risultante dalla seconda posizione per la prima, e quello derivato dalla prima si moltiplica per la seconda. Indi si divide la differenza de' due *prodotti* per la differenza degli errori: e il *quoziente* è il numero ricercato. Se invece gli errori fossero dissimili, dividesi la somma de' *prodotti* per quella degli errori, ed il *quoziente* soddisfa al problema. Nel citato esempio, la prima *posizione* dava 20 ettolitri: dunque un errore di 80. Chi avesse fatto invece il raccolto del I. ettolitri 5, onde quello del II. sarebbe riuscito 9, e il III. sarebbe 22, il totale cioè 5 + 9 + 22 essendo soltanto 36, rimarrebbe pure un errore in difetto di 64 per arrivare ai 100 ettolitri. Allora si pone

1.ª *Posizione* 1	Errore — 80	Differenza degli Errori	
2.ª *Posizione* 5	Errore — 64	80 — 64 = 16	$\frac{336}{16} = 21$
1.° *Prodotto* 1 + 64	= 64	Differenza de' *Prodotti*	
2.° *Prodotto* 5 + 80	= 400	400 — 64 = 336	

e di fatto 21 è il raccolto del I. podere, siccome è già dimostrato.

329. Ma usando delle **equazioni,** detto x il numero d'ettolitri del I. predio allora si avrebbe pel II. $x + 4$ e pel III $x + (x + 4) + 8$. Onde

$$x + (x + 4) + (x + x + 4 + 8) = 100 \text{ cioè } 4x + 16 = 100 \text{ e}$$
$$4x = 100 - 16 \text{ e infine } x = \frac{84}{4} = 21.$$

Dal qual esempio l'agronomo vede ulteriormente quanti calcoli risparmii il metodo delle **equazioni** sovra quello delle *operazioni* aritmetiche.

330. Ma il **Problema indeterminato** si presenta subito in quelli d'**alligazione.** Ove pure si sappia il total prezzo d'un dato miscuglio, e

il prezzo speciale delle meschiate sostanze, ancorchè queste non eccedano il numero di due specie, difficilmente si rileva in quale quantità rispettiva entrino nel miscuglio. Infatti, dato che 300 ettolitri di grano costino lire 4140 e sieno composti con frumento, parte del costo di lire 15 l'ettolitro, e parte di lire 18, per sapere quanto havvene di ciascuna delle due qualità, chiamando x la quantità incognita d'ettolitri del frumento da lire 15, ed y la quantità di quello da lire 18, dovrò porre

$$x \times 15 + y \times 18 = 4140$$

perchè l'importo totale si compone della somma delle due quantità incognite parziali. Nel caso in quistione se pongasi $x = 120$ troveremo

$$120 \times 15 + y \times 18 = 4140 \text{ onde } 1800 + y \times 18 = 4140$$

$$\text{ed } y = \frac{4140 - 1800}{18} = 130;$$

ma potrebbe ancora essere

$$x = 10; \text{ onde } 10 \times 15 + y \times 18 = 4140$$

$$\text{ed } y = \frac{4140 - 150}{18} = 221 + \frac{12}{18}$$

$$x = 20; \text{ onde } 20 \times 15 + y \times 18 = 4140$$

$$\text{ed } y = \frac{4140 - 300}{18} = 213 + \frac{6}{18}$$

$$x = 60; \text{ onde } 60 \times 15 + y \times 18 = 4140$$

$$\text{ed } y = \frac{4140 - 900}{18} = 180$$

$$x = 250; \text{ onde } 250 \times 15 + y \times 18 = 4140$$

$$\text{ed } y = \frac{4140 - 3750}{18} = 21 + \frac{12}{18}$$

e senza ripetere altri moltissimi casi del valore di x, si comprende abbastanza che spesso la regola d'alligazione non si risolve senza ricorso a calcoli superiori agli aritmetici. Ma se oltre il totale importo di lire 4140 fosse data la totale quantità degli ettolitri, allora il problema sarebbe più facile, come sarà meglio dimostrato a suo luogo.

331. **I problemi indeterminati** spesso per natura loro ammettono soltanto una soluzione approssimativa; hannovene altri, quali di natura anche più incerta, offrono solamente il mezzo di distinguere un certo numero di risoluzioni possibili da altre che nol sarebbero.

332. **Calcolo delle probabilità.** Quando si conoscono tutte le circostanze che precedono, accompagnano o seguono un fatto, si può determinare che fatti simili a quello ponno accadere piuttosto in un modo che in un altro. Ma ignorando alcune di esse circostanze, si può solo congetturare se un fatto deve in un modo più probabilmente accadere che in un altro, e

secondochè militano maggiori ragioni in favore di una congettura a confronto delle sue contrarie, si desumono i **gradi di probabilità.** I quali gradi soggettansi a calcolo, ed è appunto il **calcolo delle probabilità.** Calcolo assai difficile a norma delle diverse questioni o ricerche: onde ha d'uopo del sussidio delle matematiche pure, sebbene offra anco casi speciali da risolvere con semplici operazioni aritmetiche, onde non mancherò di proferirne più innanzi qualche esempio per appianare la strada a meglio comprendere in appresso le questioni più gravi.

333. La difficoltà maggiore non consiste nel maneggio della formole analitiche, quanto nell'intavolare la questione secondo il suo vero aspetto, apprezzando completamente. e aggiustatamente tutti i suoi elementi. Tanto Giacomo che Daniele Bernoulli svilupparono ed estesero la meccanica di questo calcolo, divenuto importantissimo, per la sua influenza sui progressi dell' incivilimento. e che potrebbe dare moltissima luce anco sugli avvenimenti riferibili a molte campestri produzioni, con altro maggiore certezza, che non si ha dai pronostici tratti com' e' si suole dalle fasi lunari.

334. La probabilità nasce quando non si ponno esattamente enumerare le cause, o prevedere infallibilmente i loro effetti. Quando però il numero degli effetti è noto, nonchè il numero de' casi in cui ciascuno è possibile, allora il calcolo delle probabilità è nella condizione più semplice.

335. Se le troppo sottili investigazioni, e i difficili calcoli necessarii alla risoluzione dei problemi relativi alle determinazioni delle probabilità, non ponno entrare nella diretta istruzione dell'agronomo, tuttavolta è ben vantaggioso il conoscerne di certa guisa il concetto e il meccanismo, siccome avrò campo più innanzi di fare aperto. Il saggio economo rurale non può a meno d'interessarsi allo studio di alcune probabilità, d'onde può discendere la norma di alcune parti della sua amministrazione. Le probabilità di di vita sia dell'uomo, sia degli animali: quelle del ricorrere di sinistri avvenimenti atmosferici, siccome stagioni estremamente secche, o estremamente piovose, intensi freddi, eccessivi calori, e sovratutto la grandine; l'eventualità d'incendii ed altre di cui sarà detto a suo luogo; tutti questi subbietti richieggono alcuna elementare cognizione dei calcoli su cui poggia l'artificio delle assicurazioni, l'attribuzione de' compensi ne' contratti di fitti, il criterio economico delle riserve onde far fronte alle probabili emergenze, il preventivo diffalco da considerare negli acquisti sia de' mobili che de' semoventi e degli immobili, ed altri provvedimenti quali riceveranno sviluppo nella trattazione della rurale economia propriamente detta.

336 Non darò verun esempio in questo capitolo, riservandoli a quello successivo, perchè la trattazione dei calcoli di probabilità, ancorchè ristretta a quelli meramente riferibili all'arte rustica, dopo le nozioni d'aritmetica sociale riesce più sicuramente applicabile e dopo quelle principali d'algebra elementare, si parrà meglio intendevole.

SEZIONE X.

Aritmetica sociale.

337. Col nome di ARITMETICA SOCIALE si è voluto modernamente distinguere quella parte d'ARITMETICA, il di cui scopo consiste nella determinazione degli elementi numerici di qualsisia natura, che possano interessare l'uomo ne' suoi rapporti colla società. Nè si può discendere ad alcuna applicazione delle scienze alle arti, industrie e commercii di qualunque genere, senza che ne preceda la cognizione. Forse questo ramo di scienza acquisterà maggiore sviluppo, quando si vorrà stabilire le grandi questioni d'economia sociale sopra basi meno disputabili. Quando sarannosi apprezzati e coordinati tutti i rapporti emergenti dai fatti fondamentali, onde si regge la vita e il miglior essere delle nazioni, allora soltanto si acquisteranno da risultati positivi, cognizioni similmente positive ed efficaci per dirigere con successo i più grandi fenomeni della loro esistenza.

338. Per apprezzare adequatamente il **sistema metrico,** ch'è il modulo, può dirsi, dei calcoli d'aritmetica sociale, sarebbe uopo di far precedere alcune nozioni di GEOMETRIA, e similmente per le altre ricerche di questo genere d'aritmetica, forse converrebbe discorrerne dopo trattati molti altri argomenti. Ma il metodo da me preferito di accompagnare continuo con applicazioni le diverse nozioni, quali stimo indispensabili di compendiare in questo I Libro, dannomi sufficiente motivo per non procedere più oltre senza esporne succinta contezza in questo luogo.

339. **L'estensione** si può considerare di tre modi per misurarla:

1.° **lineare,** quando riguardiamo alla sola *lunghezza*, com'è in genere la distanza da un punto ad un altro.

2.° **superficiale,** quando oltre alla *lunghezza* teniam conto della *larghezza*, come quando si riguarda ad un'area, ad uno spazio, ad un'estensione contornata da limiti.

3.° **solida,** allorchè oltre la considerazione della *lunghezza* e *larghezza* s'aggiugne quella dell'*altezza*, o vogliasi dire *grossezza* o *profondità*.

340. Le misure di lunghezza o d'estensione **lineare**, da tempo antichissimo desumevansi da misure naturali per es. da parti del corpo umano, come il *braccio*, il *piede*, il *palmo*, il *cubito*, il *dito*, il *pollice*, e simili: ovvero da qualche azione costante, ordinaria, come il *passo*, la *gittata*; o anche le lunghezze maggiori si ragguagliavano al tempo medio impiegato a percorrerle, esprimendole perciò in *ore*, *giornate*, attribuendo loro quel numero di passi, che può fare un uomo di mezzana robustezza a cammino usuale. Gl'Indiani e da loro gli Egizii, conobbero un sistema, a ragione tenuto pel più naturale per le misure tutte di estensione, di superficie, di capacità e di volume. Il *piede* fu valutato di una lunghezza corrispondente a *millimetri* 262, 5, come da misure rinvenute nell' antiche tombe Egiziane s'è accertato; il suo cubo fu preso per **unità** delle misure di **capacità**, col nome di *epha*, *ephi* onde *anfora* ec.: e il peso dell' acqua

contenuta in una di cotali *ephi* od *anfore* divenne **unità** di **peso** col nome di *talento*; chiamando poi *talento d' argento* l' **unità** di moneta con uno dei prefati pesi d'argento conformata.

341. I Greci surrogarono all'antico piede, altro piede di 16 diti, la cui lunghezza corrisponde a 30 *centimetri*. Col piede cubico chiamato *metretes* composero l' **unità** di volume o capacità: e lo divisero in 100 parti, quali chiamarono *log* o bicchiere, di cui 72, dette *cotylo*, l'anfora greca equiparavano. Dipoi Alessandro il grande e i di lui successori introdussero l'Asiatico, e l'Egizio sistema, che alla lor volta riformarono.

342. I Romani adottarono il sistema Greco, ma diminuirono d' alcun poco il piede; e questo divisero in 12 oncie, che *pollici* più tardi denominarono.

343. Gli Arabi pure modificarono le misure degli Egizii, ed il cubito di Omar a 64 *centimetri* si dee ragguagliare.

344. Senza riandare tutte le vicende cui l'**unità** di misura soggiacquero, gioverà notare che Carlo Magno adottò in gran parte il sistema Arabo: cioè il piede di 32 *centim.*; la libra di 367 *gramme*, divisa in 20 soldi, e il soldo in 12 denari, ciascuno de' denari in 12 oboli, e l'obolo in 12 grani; l'auna di 4 piedi romani; la pertica di 6 aune; l'arpento o jugero, quadrato sul lato di 10 pertiche, corrispondente esattamente all' *heredium*, cioè al doppio del *jugerum* Romano: lo staio eguale al *metretes*, cubo del cubito *fileterio* cioè cubito Alessandrino, pei grani; e pei liquidi il moggio, ch' è il cubo del cubito di Omar sopra dichiarato.

345. È notevole che i pesi si conservarono, mentre quasi tutte le altre misure si alteravano, e fors'anco si logoravano dal tempo, e dal passaggio da una contrada all'altra. Il mezzo *siclo* o la *dramma*, antichissima piccola unità usata dagli Egizii e da' Caldei, è tuttora in vigore nell'Oriente: ed i pesi del sistema alessandrino lo sono ancora nella maggior parte dell'Europa, dell'Asia e dell'Africa.

346. L'attivazione di qualsisia riforma di misure e di pesi, convien bene avvertirlo, nel suo primo introdursi non vale a distruggere affatto il sistema in uso, e quindi questo in parte rimanendo, nasce confusione tra le vecchie e nuove misure. Solo quando venga stabilito un sistema in paese che ne fosse affatto privo, quello importatovi, con saldissime radici vi s'impianta e perdura. Volendo distinguere le regioni dell' antico continente in zone, quali direbbonsi *metrologiche* si notano da diversi autori, come segue:

1ª regione. Sistema Egizio ed Asiatico — esteso al Sud dell' alpi, nel mezzogiorno della Francia, primi stabilimenti delle colonie venute d' Oriente.

2ª regione. Misure Greche — Macedonia, Illiria, Svizzera, e centro della Francia, formanti cerchio attorno alla prima Zona.

3ª regione. Misure Romane — estese al Sud dell'Alemagna, nel Belgio, e nel Nord della Francia.

4ª regione. Misure *fileterie* — dall'Armenia estese alla Russia, Polonia, ed Alemagna settentrionale: la qual zona forma cinta a tutte l' altre.

Infine le stesse misure *fileterie* propagate verso l' Oriente sino nella Cina.

347. Dal che si ha forse spiegazione del fatto, in apparenza sorprendente, della perfetta eguaglianza delle seguenti unità: cioè della libbra cinese di 10 once colla libra *troy* d'Inghilterra, e colla libbra di 373 gramme stabilita dai Romani nell'Asia: e del piede cinese, con quello di Carlo Magno, identici al piede arabo.

348. La tutela delle misure e dei pesi normali fu sempre soggetto di speciali cure presso tutte le nazioni. Nè reca sorpresa il vedere fra gli Israeliti alla tribù d'Aronne confidata la custodia di siffatti campioni, e quelli de'Romani depositati nel tempio di Giove, quando le storie ci narrano essersi trovati al Messico, allorchè fu scoperto dal Cortez, instituiti dei verificatori di pesi e misure (1). In varie città italiane hannovi a pubblica vista misure scolpite in pietra o in marmo sin da tempi del medio Evo.

349. Ma l'essere cotali misure differenti, perchè quasi ogni villaggio, ogni minima borgata avea, e pur troppo in gran parte conserva ancora, misure e pesi a quella località ristrettamente speciali, (2) ha sempre dato motivo ad infinite contestazioni, ad inganni ed intralci nelle transazioni commerciali, anche le più ovvie e giornaliere, e si comporrebbero volumi cogli editti di continuo ripetuti, e di continuo rimasti inefficaci a riparare agli abusi ed alle frodi, e in pari tempo alle difficoltà ed incomodi che si voleano eliminare.

350. Tutti gli uomini di senno sono adunque finalmente convinti della necessità di riportare ad una sola comune misura, e le dimensioni degli oggetti qualunque, e le distanze che sono tra loro, e le capacità, e i volumi ed il peso. Un fondo di 10 tornature in una provincia italiana, non raggiugne la metà di altro fondo pur di 10 tornature in altra provincia: un moggio d'Argenta contiene tanto grano quanto ne cape in 5 moggia di Milano. Peggio accade delle monete. Un cavallo comprato per 30 lire inglesi ne costa 750 di Piemonte, ed anzi 3000 di Parma. Non proseguo altri esempi dei gravissimi disagi, ed abbarramenti che nascono ad ogni sorta di commerci ed industrie, standomi contento a quella grande speranza del LAPLACE cioè, l'impero lento ma irresistibile della ragione alla perfine sopravvincere tutti gli ostacoli che al bene evidentemente universale s'oppongono.

351. Ma dove trovare una misura veramente fissa, immutabile, tale da potersi adottare da tutti i popoli, e da potersene designare l'elemento di confronto anche alle generazioni avvenire? di qual modo lo si potea conseguire dapoichè ogni oggetto della natura è per se stesso variabile? Le montagne, la cui altezza potea ritenersi da prendere a norma per trarne modulo di stabile misura, presentano pressochè continue mutazioni nelle loro forme, nella loro superficie e quindi nella loro altezza. Il mare, la cui profondità misurata in punti determinati potrebbe prestare un elemento di misura, è sì variabile da cacciar fuori talora isole dal suo letto, e tal altra

---

(1) LIBRI l. c. T. III pag. 87.
(2) In Piemonte in sole 11 provincie contavansi 19 pesi diversi: 56 misure differenti di lunghezza; altrettante di superficie: per le capacità delle materie secche 100: per le liquide 83: in tutto 314!

volta inghiottirne: di più il livello stesso per esempio del Baltico e del mar nero in date stagioni elevasi, in altre scema (1).

352. Gl' inglesi acutamente per l'unità di misura si riferirono al pendolo: ma la lunghezza del pendolo è soggetta a mutazioni sensibili, e il BESSEL dimostrò fallaci tutte le sperienze fatte sul pendolo appunto sino all'anno in cui il parlamento inglese decretava le nuove misure colla lunghezza del pendolo determinate.

353. Quindi si ricorse alla misura stessa di tutta la terra. Sublime concetto dovuto all' immortale CASSINI, ma d'estremamente difficile esecuzione. Con immensi lavori si rilevò la misura della quarta parte della circonferenza del globo. Questo quarto del circolo terrestre si divise in un milione di parti. Infine ognuna di queste parti si divise in dieci, e di una di queste ultime è composto quel modulo universale che chiamasi **metro.**

354. Preso adunque un filo lungo dieci volte questo metro, se s'immagini un gomitolo con un filo lungo un milione di volte altrettanto come quello, in quattro gomitoli eguali sarà aggomitolata la lunghezza di filo occorrevole per cingere tutto il globo. Ma secondo il PUISSANT mancherebbero 404 tese di filo, o più altra vera quantità, perchè la circonferenza del globo sarebbe maggiore, e il vero **metro** dovrebbe essere quasi due dieci millesimi più grande del **metro** attuale. Più spiegatamente, prendendo il medio dei risultati dello stesso PUISSANT e dell' AMANTE italiano, una strada ferrata p. es. di 200 chilom. tutta insieme è lunga tre metri e mezzo di meno di quello che riuscirebbe misurata con tal metro che fosse esattissimamente quella tal diecimillionesima parte del quarto della circonferenza terrestre. La differenza è minima, non però trascurabile: perchè poggiandosi al metro le misure anche di superficie, di volumi e di pesi trovasi facilmente che con una certa quantità di metallo, determinata da misura metrica dipendente del metro *scientifico,* si possono coniare 1,965,148 ghinee, mentre con altra dipendente dal metro legale se ne conierebbero forse soltanto 1,964,705 colla notevole differenza di 443 ghinee pari a circa 11 mila lire.

355. Ma tutto si corregge quando la misura del metro è metallica e la temperatura a 12 gradi, perchè la minima dilatazione che soffre in quel caso, corregge l'enunciata differenza; e siccome 12 gradi è la media temperatura più ordinaria, ne consegue che nel maggior tempo dell'anno il metro *legale* è identico al *scientifico.*

356. Non mancano però gli oppositori, d'altre obbiezioni contro al **sistema metrico.** Alcuni vorrebbero qualificarlo di straniero: ma sebbene creato in Francia, oltre al discendere dal CASSINI (§ 353) di cui Nizza ha ben diritto di glorificarsi, fu stabilito soltanto col concorso di 12 scienziati delle nazioni Europee alleate di Francia, e l'Italia v'intervenne mercè il BALBO, il VASSALLI EANDI, il FABBRONI, il MASCHERONI, il MULTEDO e il FRANCHINI. Oppongono altri al metrico sistema, il minor numero di divisori della numerazione decimale a fronte di quelli della duodecimale: obbiezione non meritevole della pena di confutarla, quando si considera all'age-

(1) Le golfe Arabique et l'Abissinie sont en état constant de soulévement. ROCHET d'HERICOURT. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences. 22 Juillet 1850.

volezza e sicurezza del calcolo decimale, tanto superiore a tutti gli altri sistemi di numerazione. Taluno, criticatore de' nomi adottati, non giunse a comprendere che l'attenersi a vocaboli derivati da lingue classiche dai dotti universalmente comprese, era molto preferibile al servirsi di nomi tratti da lingua vivente di una nazione, dappoichè volea istituirsi un metodo, non a una sola, ma a tutte le nazioni comune. Oltrecchè sono molti i termini di eguale origine adoperati ed intesi dal popolo, il sistema metrico si offre all'intelligenza con ristrettissimo numero di vocaboli: appena conosci che significhi *centimetro*, troverai più agevole comprendere *centigramma*, *centilitro* e *centiaro* che non sapere quanto valga il *grosso* rispetto alla *libbra*, ancorchè sappi che il *pollice* è la dodicesima parte del *piede*.

357. Senonchè m'ho forse trasmodato in questa narrazione del sistema metrico, conciossiachè sia meglio far passo al ragguaglio della ARITMETICA SOCIALE nelle parti essenzialmente da conoscere dagli agronomi, e che reputo tener distinte con brevissima trattazione, di questo modo

[1] **Misure d'estensione**
[2] **Misure di peso**
[3] **Misure di tempo**
[4] **Misure di moneta**
[5] **Dati statistici diversi.**

358. Quando si voglia semplicemente misurare la *larghezza* o la *lunghezza* di un prato, quando se ne voglia conoscere la *superficie* quando si debba conoscere il *volume* di una massa di terra, oppure la *capacità* di un vaso qualunque di una botte, di un macero: tutto questo si comprende nelle **misure d'estensione.** Ma negli usi della vita, e pel bisogno delle arti molti oggetti non si calcolano secondo l'*estensione* loro; occorre pesarli, e sono quindi necessarie le **misure di peso.** Parimenti sono indispensabili a conoscere le **misure di tempo,** importantissimo elemento da calcolare in ispecie nelle faccende agrarie. Siccome poi ogni compera, ogni vendita è una permuta, un cambio in cui l'uno cede un oggetto di cui puole privarsi, ad un altro a cui occorre, il quale deve per converso cedere al primo altro oggetto d'egual valore, è pur d'uopo d'una misura la quale sia sì fattamente comune ad ogni specie di cose permutate, da accertare l'eguaglianza dei valori delle medesime, nell'atto in cui tra loro voglionsi permutare. La quale comune misura è la **moneta,** e serve a confrontare tra loro in un determinato istante il valore di due cose: onde l'uopo di conoscere le **misure di moneta** (1). Oltre queste hannovi ancora le misure di *angoli*, quelle di *velocità*, di *lavoro*, di *calore* ed altre molte le quali però non essendo relative agli usi quotidiani della vita, trovano acconcia esposizione ai capitoli di geometria, di meccanica o di fisica cui si riferiscono.

359. Mercè l'adequate nozioni delle prefate diverse specie di misure si hanno le principali comprendenti l'**Aritmetica Sociale.** Ma non se ne avrebbe la sua più diretta cognizione senza l'aggiunta dell'elementari norme da seguire nella raccolta, e valutazione dei **dati statistici,** tra quali farò scelta di quelli più direttamente interessanti l'arte del coltivare.

(1) GIULIO. Quattro lezioni sul sistema metrico.

[1] Misure di estensione.

360. Emerge chiaramente da quanto è detto sopra, (§ 358) potersi ridurre a quattro le diverse specie di misure d'estensione.

1.° Misure *lineari* o di **lunghezza.**
2.° Misure *superficiali* o di **quadratura.**
3.° Misure di *solidità* o di **cubatura.**
4.° Misure di *contenenza* o di **capacità.**

Sono però da considerare importanti modificazioni le quali vengono mano a mano chiarite nella trattazione di ogni speciale misura, di cui ora segue l'esposizione.

361. **Misure lineari di lunghezza.** Occorre talora misurare distanze tra due lontani punti della terra, o anco da questa al sole, ai pianeti; mentre altra volta occorre misurare dimensioni piccolissime, come le parti di un orologio, ec. Un agronomo troverebbe scomodo il misurare col solo metro una lunga cavedagna, un canale, ec., o per converso la lunghezza d'alcune parti di un aratro, d'un seminatoio. Colla divisione e suddivisione del metro si hanno le misure occorrevoli per gli oggetti minuti; colla stessa progressione decimale si hanno le maggiori, ossia i suoi multiplici.

362. Quindi le seguenti misure, perciò dette metriche, coi loro valori rispettivi,

Millimetro = millesima parte del **metro;**	metri	0,001
Centimetro = centesima parte del **metro;** = a 10 *millimetri*	»	0,01
Decimetro = decima parte del **metro;** = a 10 *centimetri* = a 100 *millimetri*	»	0,1
Metro = 10 *decimetri* = 100 *centimetri* = 1000 *millimetri*	»	1,
Decametro = 10 **metri;** = 100 *decimetri* = 1000 *centimetri*	»	10,
Ettometro = 10 *decametri* = 100 **metri;** = 1000 *decimetri*	»	100,
Chilometro = 10 *ettometri*; = 100 *decametri* = 1000 **metri**	»	1000.
Miriametro = 10 *chilometri* = 100 *ettometri* = 1000 *decametri*	»	10000.

363. Il chilometro si è voluto chiamare anche *miglio*, il decimetro *palmo*, il centimetro *dito*, e il millimetro *atomo*. Ma oltrechè conviene allora sempre dare a cotali vocaboli l'aggiunto di *metrico* per non confondere le vecchie colle nuove misure, è meglio attenersi alla nomenclatura originale, perciocchè, come osserva egregiamente il MINOTTO, a torto chiamasi da alcuni francese, essendochè dovrebbe dirsi a più giusta ragione greco-latina. (1) Io perciò in questa ristretta esposizione del metrico sistema, come nel corso dell'Opera, mi valgo soltanto della originale nomenclatura.

364. Dopo quanto è detto alla Sezione IV, § 213 e seguenti, è facile comprendere che per significare 4 decimetri, 8 centimetri e 5 millimetri la sua espressione numerica di questa guisa si dee scrivere,

$$0^{m}, 485$$

---

(1) V. DIZION. TECNOLOGICO Suppl. Voc. MISURA T. XXXIX, pag. 365.

e che indifferentemente per due modi può leggersi il seguente numero

1285^{m}, 464

cioè milleducentottantacinque metri, e quattrocentosessantaquattro millimetri, come: un chilometro, due ettometri, otto decametri, cinque metri, quattro decimetri, sei centimetri e quattro millimetri. La seguente figura 24 rappre-

Fig. 24. METRO *(alla decima dimensione)*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

senta un *decimetro*, ossia la decima parte del **metro** colle sue divisioni in *centimetri*, però da prendere come misura approssimativa, non come tipo in causa delle variazioni della carta, su cui è raffigurata.

365. Le misure di lunghezza scrivonsi spesso colle abbreviature seguenti:

Millimetro con *mm*, ovvero *millim.*
Centimetro con *cm*, ovvero *cent.* e *centim.*
Decimetro con *dm*, ovvero *decim.* e *decimet.*
Metro, con *m*, o *met.*
Decametro con *Dm*, ovvero *decam.*
Ettometro con *Em* ovvero *ettom.*
Chilometro con *Chm*, ovvero *chilom.*
Miriametro con *Mm*, ovvero *miriam.*

Noterò pure che ponendo in esatta fila, cioè co' loro diametri in retta linea, alcune monete italiane, purchè non troppo logore, si può avere la lunghezza del metro. E si ottiene, disponendo in linea retta 10 monete da un centesimo, 10 da tre centesimi, 10 da 5 lire e 10 da venti (1). Anco la larghezza ordinaria della mano può all'indigrosso esprimere il decimetro, ossia 10 centimetri; la comune spanna dell'uomo è 2 decim., ossia 20 centim., un lungo passo è il metro, mentre 12 passi ordinarii sono un decametro, e 1200 un chilometro.

Per misurare approssimativamente una distanza *itineraria*, giova conoscere, che al passo ordinario, e senza fretta, in 10 minuti si percorre un chilometro; e 10 ne percorre un cavallo in un'ora al trotto, e alla gran corsa in 15 minuti, come d'ordinario i treni delle strade ferrate.

366. Non descriverò le misure legali nel Piemonte, di cui quelle in *asta* cioè di pezzi inflessibili, sono il *doppio metro*, il *metro*, il *mezzo metro*, il *doppio decimetro* e il *decimetro*. Alle quali è aggiunta per tolleranza il *triplometro*, o direbbe altri *trimetro*, equivalente a *tre metri*, ossia al *trabucco* piemontese, modificato secondo la correzione del 1818. Quelle snodate sono pure il *metro*, fig. 25, il *mezzo metro*, fig. 26, e il *doppio decimetro*, fig. 27.

---

(1) MAIOCCHI. Elem. di Fisica. Torino, Cugini Pomba e Comp. 1850. T. 1, pag. 27

Fig. 25. Il metro *(a metà dimensione).*

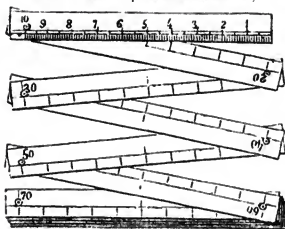



Fig. 26. Il mezzo metro *(alla decima dim.)*

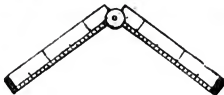



Fig. 27. Il doppio decimetro *(id.)*

Le fig. 28 e 29 disegnano due foggie di *decimetri* d'esatta dimensione. Oltre

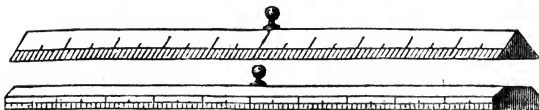
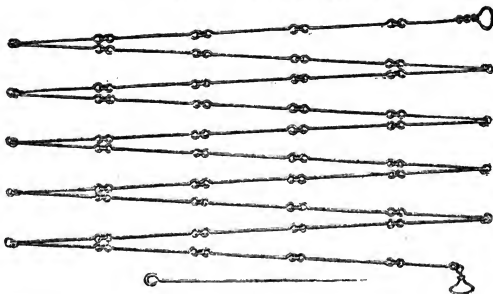
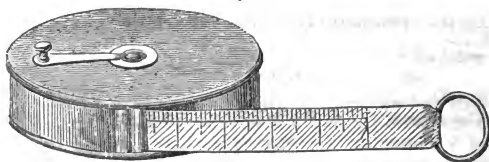
Fig. 28 e 29 *(decimetri a dimensioni naturali)*

alle quali, interessa all'agronomo il *doppio decametro* in forma di **catena**, fig. 30, composta di tratti di filo metallico di grossezza 4 mm, ed ognuno (compreso uno degli anelli onde s'unisce agli altri) di 2, oppure di 5 decimetri.

Fig. 30. Il decametro *(alla decima dimensione)*

Caviglia.

La divisione di metro in metro è distinta dal diverso metallo o dal colore degli anelli che vi corrispondono. Colle caviglie piantate negli estremi anelli, la distanza giusta dee essere dal centro di ciascuna caviglia. Le misure

con nastri sono facilmente variabili, perchè soggette ad accorciarsi od allungarsi; tuttavia rotolate entro scatola, come mostra la fig. 31, riescono di comodo uso.

Fig. 31.

367. **Esattezza delle misure.** A niuno si parrà malagevole il misurare la distanza da un punto all'altro, o qualsisia misura di semplice lunghezza. E nondimeno, tra perchè le misure che s'impiegano comunemente non sono eseguite con perfezione illimitata, tra perchè nell'atto pratico del misurare commettonsi errori inevitabili, i numeri esprimenti i risultati d'una misura, sono veri soltanto fra ristrettissimi limiti. Adoperando la catena, l'agrimensore trova la distanza di due punti per es. 3436 metri: se replica l'operazione riesce a mo' d'esempio metri 3437, e tornando a misurare forse riesce soltanto metri 3435. In pratica si trovano anzi maggiori differenze: peggio poi adoperando ogni volta catene fabbricate da operai diversi. Osservi l'agronomo che le differenze cadono sulla quarta cifra; che la differenza di due metri fra la seconda e la terza misura è piccola in confronto della lunghezza totale; e che d'altronde può argomentare la maggior esattezza della prima. Tuttavolta consideri eziandio all'altro caso seguente.

368. Supponga da suddividere il metro. Diviso prima per dieci s'hanno i *decimetri*: da questi suddivisi per dieci i *centimetri*, dai quali poi i *millimetri*. Se questi ultimi si vogliano ulteriormente dividere per dieci, è quasi impossibile materialmente segnarli. Ecco adunque la grandezza di quart'ordine, ossia la quarta cifra che rimane inesatta, ogni volta si volesse misurare un oggetto lungo p. es. metri 0,7635. Se il metro preso per misurare un canale fosse minore di due soli decimi di millimetro di quanto dev'essere, ogni 10 metri s'avrebbe l'errore di due *millimetri*, onde se il canale fosse lungo dieci chilometri, sol per quel minimo difetto del metro, si farebbe l'errore di due metri. Se a questi difetti s'aggiungano gli errori pratici avvertiti nel § precedente, l'agronomo ne conchiuderà quanto debbasi essere diligenti nel fare le misure sul terreno: diligenza di cui sentirà meglio ancora l'importanza al § 384.

369. Ho detto la quarta cifra, e vale così per grandi che per minime lunghezze. Se per unità si assume il *chilometro*, la quarta cifra sono i *metri;* se prendesi il *metro*, la quarta cifra sono i *millimetri:* se poi questo prendasi per unità, non è a dire quanto la quarta cifra possa quasi sempre esser lontana dal vero. Del che, meglio al Capitolo VII, in occasione di accennare le somme avvertenze da tenere a calcolo nel far uso del microscopio.

370. Altrove dirò de' modi più acconci da tenere a norma nell'eseguire le misure di lunghezza; ed a fine dell'articolo presente darò il Prospetto di confronto tra le stesse misure di diversi paesi, colle metriche suindicate. Qui reputo non disutile per chi voglia consultare trattati di classici antichi notare le loro misure.

Prospetto d'antiche misure lineari

presso gli EGIZI	Metri	presso gli ATENIESI	Metri
Dito unità fondamentale	0,018	*Digitus* (sedicesimo del *piede*)	0,019
Palmo di 4 *dita* . .	0,075	*Palmus* (quarto di *piede*) .	0,077
Spanna di 3 *palmi* .	0,225	*Pes*	0,307
Cubito naturale (6 *palmi* e 4 *dita*)	0.450	*Cubitus* (un *piede* e *mezzo*) .	0,461
		Orgya (6 *piedi*)	1,843
Cubito reale (7 *palmi* ossia 28 *dita*) . . .	0,525	*Plethrum* (100 *piedi*) . . .	30,729
		Stadium (600 *piedi*) . . .	184,375
Parasanga (1000 *cub.* reali)	5250,000		
Schoenè (2000 *cubiti* reali)	10500,000		
Stathme (4000 *cubiti* reali)	21000,000		

presso i ROMANI	Metri	presso gli ARABI	Metri
Uncia (dodic.° del *piede*)	0,025	*Dito*	0,020
Palmus (quarto del *piede*)	0,074	*Piede* di 16 dita	0,320
Pes (*piede*)	0,295	*Cubito* di Omar	0,640
Cubitus (*un piede e mezzo*)	0,442	Modificate da CARLOMAGNO	
Passus (cinque *piedi*) .	1,475	*Piede*	0,320
Decempeda (dieci *piedi*)	2,950	*Auna*	1,178
Actus (120 *piedi*) . .	354,000	*Pertica*	7,068
Milliarium (5000 *piedi*)	1475,000		

371. **Misure di superficie.** Siccome dal misurare una provincia, al misurare un podere oppure una camera, un tavolo ec. vi ha differenza rilevantissima, perciò si distinguono le misure di superficie in *geografiche, agrarie, ed usuali.* Procedendo dal *millimetro quadrato* si hanno le seguenti misure metriche:

Misure usuali

Millimetro quadrato = alla milionesima parte del *metro* quadrato.
Centimetro quadrato = 100 *millimetri* quadrati.
Decimetro quadrato = 100 *centimetri* quadrati.
Metro quadrato = 100 *decimetri* quadrati.

Misure agrarie

Centiaro = *metro quadrato.*
Aro ossia *decametro quadrato* = 100 centiari = 100 *metri* quadrati.
Ettaro ossia *ettometro quadrato* = 100 ari = 10000 *metri* quadrati.

Misure geografiche

Chilometro quadrato = 100 *ettari* = 1000000 *metri* quadrati.
Miriametro quadrato = 100 *chilom. quad.* = 100000000 *metri* quadr.

372. Oltre le dette misure agrarie, il *chiloaro* equivalente a 100000 *metri* quadrati esprimerebbe la superficie di dieci *ettari*, ed il *miriaro* da equivalere al milione di *metri* quadrati, dinoterebbe cento *ettari*; e nella progressione discendente, il *deciaro* equivalente a 10 metri quadrati indicherebbe la superficie pari alla decima parte dell'*aro*, il *milliaro* sarebbe 0, 1 metro quadrato, il *diecimilliaro* 0, 01 metro quadrato ec. Ma queste gradazioni si usano di rado o forse mai. Similmente l'*ettaro* direbbesi anco tornatura, e l'*aro* tavola, per le quali nomenclature vale il detto al § 363. Dirò ancora taluni usare *ara, ettare, centiara*, in luogo di *aro, ettaro, centiaro;* è affatto indifferente, ma perciocchè in plurale dicasi poi *ettari*, e perchè sia più uniforme a *metro, chilometro, litro, stero*, ec., preferisco la terminazione in *o*, ed in *i* pel plurale, anche per *grammo, chilogrammo* ec.

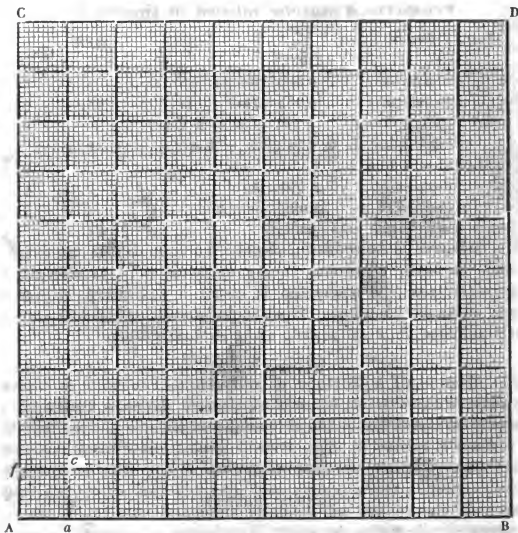
373. Se le linee A B, A C, B D, e D C della fig. 32 fossero perpendicolari ed

Fig. 32. *(la linea* A B *è la millesima parte di un ettometro, cioè di 100 metri)*

C D

c

f

A a B

esattamente lunghe quanto un decimetro, si avrebbe il decimetro quadrato; ed ogni suo interno quadrato sarebbe un centimetro quadrato, ed ogni

quadratello rappresenterebbe un millimetro quadrato. Facendo somiglianti figure colla lunghezza del metro s' avrebbe il metro quadrato; i cento interni quadrati minori rappresenterebbero altrettanti decimetri quadrati e gli altri quadratelli altrettanti centimetri quadrati: e troverebbesi essere in numero di cento i decimetri, come in egual numero sono i centimetri quadrati della detta fig. 32; ed in numero di diecimila i centimetri quadrati compresi nel metro, mentre nell'ultimo caso della fig. 32 sono 10 mila i quadratelli eguali al millimetro quadrato.

Dunque nelle misure agrarie il *centiaro* è il quadrato che ha un metro di lato; l'*aro* il quadrato con 10 metri di lato; l'*ettaro* il quadrato che ha 100 metri di lato. Per abbreviazione scrivesi *Ca* ovvero *centr* per *centiaro; A* ovvero *ar* per *aro;* ed *Et* ovvero *ettr* per *ettaro.* Tanto poi esprimesi la superficie dell'Italia (comprese le isole) scrivendo 3265 miriametri quadrati, come scrivendo 32650000 ettari. Similmente la superficie del Piemonte, ossia degli Stati Sardi di terra ferma, è 5130000 ettari, come 513 miriametri quadrati.

374. Le misure di superficie de' diversi paesi, di confronto alle metriche sono nel Prospetto infine dell'articolo. Le antiche da conoscere, sono le seguenti.

Prospetto d'antiche misure di superficie.

		Ari
I.	Presso gli EGIZII	
	Cubito naturale quadrato	0, 20
	Quadrato di 40 cubiti naturali quadrati .	8, 10
	Quadrato di 100 cubiti quadrati	20, 25
II.	Presso i GRECI	
	Plethro quadrato di 100 piedi di lato . .	9, 44
III.	Presso i ROMANI	
	Scrupulum (100 *piedi* quadrati)	0, 08
	Clima (3600 *piedi* quadrati)	3, 08
	Actus (14400 *piedi* quadrati)	12, 34
	Jugerum (28800 *piedi* quadrati)	24, 36
	Heredium (2 *jugeri*)	49, 36
	Centuria (200 *jugeri*)	4396, 00
	Saltus (800 *jugeri*)	19744, 00
IV.	Presso gli ARABI adottato anche da CARLO MAGNO	
	Arpento eguale all'*heredium* de' Romani .	49, 36.

375. **Misure di solidità o di cubatura.** Può essere da misurare il volume di un corpo solido, come un pezzo di marmo, o almeno tale da comporsi in una forma qualunque siccome un mucchio di fieno, una bica di paglia o di strame, ed allora si ha la prima specie di misure d'un corpo, quale dicesi di *solidità o misura cubica*, ma di due fatta, servendo l'una pe' solidi isolati, e l'altra per più solidi riuniti. Se poi il corpo sia liquido come latte, vino ec. può solo misurarsi, versandolo entro vasi di cui si sa la misura, che ho distinta per misura di *contenenza* o di *capacità*. E siccome più volte si riuniscono insieme molti corpi, e se ne compone una massa sciolta disaggregata, come sarebbe un mucchio di grani, questa pure è

d'uopo misurarla come se fosse un liquido con misure di contenenza o capacità. Non è però esatto il ritenere che solo per questo modo sia dato misurarle; perchè versando, per esempio, del frumento sopra un solaio, si può misurarlo, senza effettivamente infonderlo entro vasi come staia, emine ec. per sapere quanto sia: ma il farlo mercè l'uso di vasi di nota contenenza è più agevole, più spedito e più usato. D'onde nasce che la misura del volume de' corpi solidi si riferisce a due specie; come quella de' liquidi o degli aggregati di diversi solidi fra loro divisibili e sciolti, ha due specie di misure di contenenza, una per le materie liquide, l'altra per le asciutte.

376. Sonovi altre materie divisibili, ma non facili a trasfondere da vaso in vaso, come l'aria: ed altre quasi impossibili a misurare per l'enorme quantità loro, siccome la terra d'una montagna, l'acqua d'un lago. Di queste la geometria insegna come possa conoscersi il volume, mercè il calcolo delle dimensioni lineari o delle loro superficie.

377. Quando si conosce un dado, s'immagina prestamente cosa sia *cubo:* nè il metro cubico altro è che dado con faccie o lati, eguali ciascuno a superficie quadrata che abbia ogni lato della lunghezza del metro. Il qual *metro cubo* è nel sistema metrico l' unità principale per le misure solide. Come suddivisioni si adoperano il *decimetro cubo*, il *centimetro cubo* ed il *millimetro cubo*. Siccome poi (ho detto § 375) le misure cubiche si riferiscono a solidi o anche a materie quali ponno riunirsi in aggregati, quindi hannosi le due specie seguenti di misure di solidità.

378. **Misure di solidità per legne, fieni, paglie** ec.

Decastero = dieci steri; = dieci *metri cubi*

Stero o *metro cubo* = dieci *diecisteri*

Decistero = decima parte dello stero; = 100 *decimetri cubi.*

379. **Misure di solidità per terre, muri** ec.

Metro cubo = 1000 *decimetri* cubi; = 1000000 *centimetri cubi.*

Decimetro cubo = 1000 centimetri cubi; = 1000000 *millimetri cubi.*

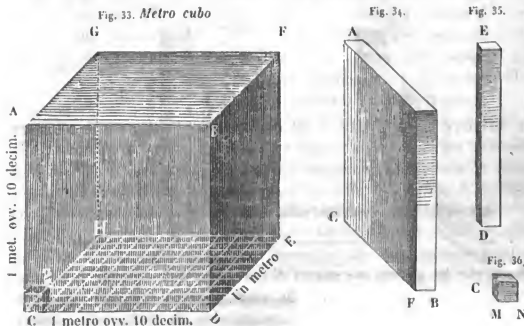
Millimetro cubo, di cui mille milioni fanno il *metro* cubo.

380. Suppongasi che il dado rappresentato dalla fig. 33 sia grande quanto

Fig. 33. *Metro cubo*

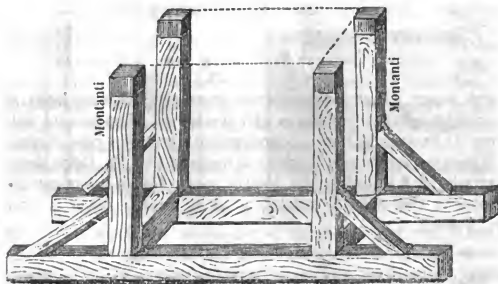
Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

il metro cubo, nel qual caso (§ 377) dovrà essere ogni suo spigolo, ossia ogni lato A C, A G, C D ec. ec. lungo quanto il metro. È facile comprendere che dividendo la sua base o piano inferiore in 10 parti, potremo farne altrettanti solidi, quali dimostra in A B la fig. 34. Dividendo un'altra volta queste 10 porzioni A B C F in 10 frazioni eguali, come E D fig. 35, faremo 100 pezzi simili all'E D. Dividendo questi di nuovo in 10 pezzi eguali, trarremo dieci piccoli dadi, fig. 36, da ciascuno dei pezzi E D. Ora se questi E D erano 100, i dadi C riusciranno 1000. Ma C è un cubo i cui lati M N sono gli stessi del minor lato F B del solido A B della fig. 34, i quali lati F B derivano dalla divisione in 10 parti fatta sopra un lato, cioè sopra un metro nel cubo della fig. 33. Dunque C è un piccolo cubo di un decimetro di lato, ossia è il decimetro cubo: e perciocchè sonosene ricavati 1000 nelle accennate divisioni e suddivisioni del metro cubo A E fig. 33, ne risulta materialmente dimostrato, che il metro cubo equivale a mille decimetri cubici.

381. È detto § 228 il *cubo* essere il prodotto d'un numero moltiplicato due volte per se medesimo. Il metro cubo infatti equivale a 10 decimetri moltiplicati due volte tra loro, cioè $= 10 \times 10 \times 10 = 1000$. Ma il *metro* equivale eziandio a cento *centimetri;* quindi il *metro cubo* dee essere $= 100 \times 100 \times 100$, com'è difatto eguale a un milione di *centimetri.* Infine eguagliando a mille millimetri, il *metro cubo* contiene $1000 \times 1000 \times 1000$ *millimetri cub.* Nell'ipotesi del § precedente erasi diviso il metro in 1000 decimetri: per la stessa maniera dividendo quel cubetto C fig. 36 nel modo fatto pel metro cubico, se ne trarrebbero mille più piccoli cubi i quali sarebbero altrettanti cubi di centimetro. Perciò essendo il *decimetro* cubo $= 1000$ *centimetri* cubi, e d'altronde il *metro* cubo $= 1000$ *decimetri* cubi, dee questo essere in conseguenza $= 1000 \times 1000$ *centimetri cubi,* ossia 1000000 *centimetri cubi.*

382. La figura 37 rappresenta la forma dello *stero*, il quale è 25 volte

Fig. 37. Stero *(alla 25a dimensione circa)*

Corrente o piana.

maggiore della dimensione figurata nel disegno. Se ne formano contenenti due *steri*, portandone la lunghezza a 2 metri e conservando le altre dimensioni. Nè altro occorre che riempiere di legna gli spazii compresi fra i *montanti*. Ma per esempio uno stero di legna da bruciare, può contenere assai minor quantità che uno stero di legna da lavoro; perchè i pezzi di quest'ultimo lasciano assai minor numero di vani, essendo per solito più regolari. Il modo poi di collocamento influisce ancora moltissimo in questa misura; onde sarebbe da preferire il valutarla al peso, se non fosse la differenza dipendente, non solo dalle diverse qualità di legname, ma dalla sua maggiore o minore secchezza. Si valuta generalmente a termine medio l'acqua esistente nel legno verde al 42 per 100, e quella nel legno disseccato all'aria aperta durante 8 a 12 mesi, solo del 25 per 100. Valutazioni esse pure dipendenti dalla qualità del legno, dall'epoca in cui fu atterrato, e dalla parte stessa della pianta cui apparteneva, variando sotto questo riflesso la quantità d'acqua nel maschio della radice, da quella del puro tronco, e più da quella dei rami benchè principali.

383. Nel prospetto seguente sono risultati medii accettati dall' uso, dietro sperienze fatte su varie specie di legna

Peso in chilogrammi					CIFRA PROPORZIONALE del valore dato dalla loro combustione
del *metro* cubo di legna ben secche ammucchiate senza vani			dello *stero* di legna ben secche in ciocchi di 12 decimetri		
Noce	Chil.	1600	Chil.	553	100
Quercia . . .	»	885	»	489	86
Frassino . . .	»	772	»	437	77
Faggio . . .	»	724	»	400	65
Olmo	»	580	»	320	58
Betulla . . .	»	530	»	293	48
Castagno . . .	»	522	»	288	52
Carpino . . .	»	720	»	398	65
Pino	»	551	»	304	54
Pioppo . . .	»	397	»	219	40

Questi numeri soffrono varie eccezioni come si vedrà a suo luogo, ed io li ho riportati perchè riprodotti in libri speciali di Aritmetica sul sistema metrico (1). Facendo la regola di proporzione d'un metro cubo di noce con uno di castagno, supponendo il prezzo di quello a lire 50, l'altro dovrebbe costare solo lire 8,48; infatti chil. 1600 di noce a 100 di calore per lire 50 confrontati a chil. 522 di castagno a 52 di calore, danno la proporzione (§ 266).

(1) Norma teorico-pratica per l'insegnamento del Sistema metrico. Opera di un Fratello delle Scuole cristiane. Torino 1849.

$$\therefore\ 1600 \times 100 : 50 :: 522 \times 52 : x$$

$$x = \frac{50 \times (522 \times 52)}{1600 \times 100} = \frac{13572}{1600} = 8{,}48$$

cioè lire 8, 48 per costo del metro cubo di castagno, differenza troppo enorme dal supposto prezzo del noce.

384. Ho segnalati al § 367 e 388 gli errori risultanti dalla minima differenza di due decimi di *millimetro.* Cotali errori crescono incomparabilmente, quando si riferiscono a misure di superficie e di solidi. Se il *metro* impiegato per costruire il dado della figura 33 diminuisse di un solo *millimetro*, avendo trovato il metro cubo eguale a 1000 × 1000 × 1000 millimitri, ossia $1000.^3$ millimetri, il metro difettoso sarebbe eguale a 999 × 999 × 999 millimetri, ossia $999.^3$ millimetri. E fatto il calcolo, riuscirebbe di quasi tre milioni di millimetri cubici cioè 2997001 *millimetri cubici* minore del metro giusto. Vedrà l'agronomo da ciò quanto sia da credere a taluni i quali presumono d'indicare temperature precisate a millesimi di grado, o spingono analisi a millionesimi, o nelle osservazioni astronomiche oltrepassano la quinta cifra decimale; ogni volta che i risultati degli uni e degli altri non sieno medii desunti da osservazioni, e valutazioni più volte ripetute. Si dee evitare la inesattezza, e la trascuranza; d'altro lato conviene ritenere ogni precisione esagerata, fuori dal fatto positivo; perchè minimi errori sono inevitabili, e una quantità minima ripetuta molte volte, somma a tale quantità da produrre discordanza sensibile fra identiche osservazioni, fatte da diversi osservatori.

385. **Misure di contenenza o capacità.** Nel sistema metrico, le misure di *capacità* sono identiche a quelle di *solidità,* in fuori d'aver nomi diversi, essendo chiamata *litro* la misura equivalente al *decimetro* cubo. Il qual *litro*, non che i suoi moltipli e sottomoltipli, procedenti secondo la progressione decimale, hanno pure, per distinguerli, aggiunti analoghi a quelli significanti i moltipli e sottomoltipli del *metro,* dell' *aro* ec.

Misure di capacità pei liquidi e per le materie sciolte asciutte.

Chilolitro equivalente al *metro cubo*; = 10 *ettolitri*; = 100 *decalitri*; = 1000 *litri.*

Ettolitro equiv. a 100 *decimetri cubi*; = 10 *decalitri* = 100 *litri.*

Decalitro equiv. a 10 *decim. cubi* = 10 *litri* = 100 *decilitri.*

Litro equiv. al *decimetro cubo*; = 10 *decilitri* = 100 *centilitri.*

Decilitro equivalente al decimo del *litro*; = 10 *centilitri.*

Centilitro equivalente al decimo del *decilitro,* e al centesimo del *litro,*

Il *mirialitro* di 10000 *litri,* ed il *millilitro* equivalente al millesimo del *litro* non sono in uso.

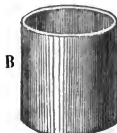
386. Il *litro* esprime lo spazio che occupa il *decimetro cubo.* Quindi è rappresentato dalla figura 38: ma perchè la figura *cubica* non riuscirebbe comoda negli usi del commercio come la *cilindrica,* perciò questa figura 39 è preferita. La GEOMETRIA AGRARIA (Cap. VI) insegna come possa farsi il

vaso B (fig. 39) il quale abbia perfettamente la stessa capacità del vaso

Fig. 38.

A

Fig. 39.

B

A (fig, 38). Dissi perfettamente, salvo sempre l'avvertenza indicata al § 384. Anche in questa sorta di misure, se nel calcolo prendesi per unità l' *ettolitro*, la prima cifra decimale esprime dei *decalitri*, la seconda dei *litri* ec. Se il *litro* si prenda per unità, la prima cifra decimale esprime i *decilitri*, la seconda i *centilitri*. ec.

387. **Misure effettive pei liquidi.** La figura 40 dà l'idea dell'*et-*

Fig. 40.

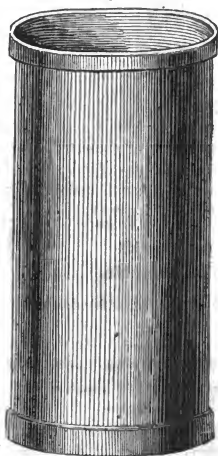
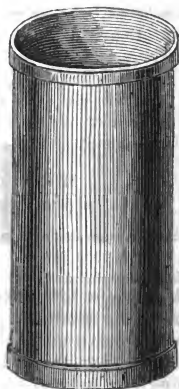



Fig. 41.

tolitro di ferro laminato o fuso, e la figura 41 quella del *mezzo ettolitro*: queste due figure sono un decimo delle effettive.

La fig. 42 dà idea delle misure di stagno quanto alla forma, il disegno rappresentando il decimo della loro grandezza reale.

Fig. 42.

Similmente la fig. 43 per le misure in latta, usate pel latte, foggiate a cilindri con diametro lungo metà dell'altezza del recipiente.

Fig. 43.

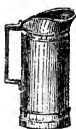
Similmente la fig. 44 per le misure dell'olio.

Fig. 44.

Le misure in vetro (sempre al decimo della dimensione reale) sono disegnate nella fig. 45.

Fig. 45.

Quelle similmente in maiolica dalla fig 46.

Fig. 46.

Doppio litro

Litro

Mezzo litro

Doppio decilitro

Le capacità de'barili, botti, ed altri vasi di legno pei vini, liquori ec. si verificano dai pubblici impiegati che le marcano scrivendo in ciascun vaso la loro contenenza in *litri* e *decilitri*.

388. **Misure effettive per grani ed altre materie sciolte ed asciutte.** Devono avere nell'interno la forma di un cilindro retto, di diametro eguale all'altezza. Le fig. 47, 48, e 49 danno il disegno, al decimo del vero, delle misure da frumento ec.

Fig. 47. *Ettolitro*

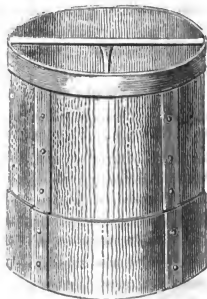
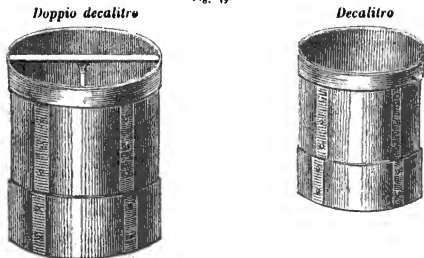
Fig. 48. *Mezzo ettolitro*

Le loro reali dimensioni sono sempre dieci volte maggiori

Fig. 49.

Doppio decalitro *Decalitro*

389. **Le verificazioni** per le misure dei liquidi sono di per sè facilissime, versando l'acqua di un vaso metrico esatto, nell' altro di cui si voglia constatare la giusta misura. Per quelle dei grani si adopera miglio a grani piccoli, tondi ed eguali, e colla *rasiera* si toglie il colmo fatto nel versare il miglio. Ma dal modo di versare il frumento, la fava, o qualsiasi specie di grani, nasce tal differenza da equivalere anche al due per cento. Se si misurano per seconda volta cento *ettolitri* di frumento, lo stesso misuratore difficilmente ricaverà la stessa esatta misura della prima. Ed anche questa è tra le ragioni per cui dovrebbe preferirsi, come si vedrà in acconcio luogo, il commercio dei grani a peso anzichè a misura. Per alcuni grani poi s'usa vendere a staio *colmo*, e non *raso*, e benchè i colmi siano proporzionali all'ampiezza de'vasi con cui si fa la misura, ammettono differenze, piccole non però trascurabili, come altrove sarà meglio chiarito.

390. **Il calcolo delle dimensioni** delle misure di contenenza o di capacità non può farsi senza le necessarie nozioni di Geometria (Capitolo VI). — In fatti il Prof. Moretti nella sua Biblioteca Agraria comprese il trattato d' Aritmetica cui fa seguito il calcolo delle misure *lineari*, poi quello di Geometria al quale succedono le nozioni delle misure di *superficie*, di *volume*, e di *capacità* (1). Io tenni convenevole riunirle insieme in questa sezione d'Aritmetica sociale, perciocchè la prova della identità per esempio delle misure fatte con vasi a superficie *piane*, con quelle a superficie *curve*, non è strettamente indispensabile all'agronomo. Il quale meglio apprenderà questi particolari, quando per le nozioni geometriche verrà in chiaro del modo di misurare corpi ed ammassi di qualsiasi forma e dimensione, come una massa qualunque di grano, o una gregna di biade, una bica di fieno ec.

---

(1) Biblioteca Agraria del Moretti, Milano 1827 Vol. V. Guida dell'Agente di campagna del Prof. Gio. Astolfi Vol. 8.

391. La forma dei grani merita riflesso dall'agronomo. Quando i grani abbiano forma rigorosamente eguale sieno poi grandi o piccoli, non havvi divario. Grossi piselli lasciano fra loro interstizii o vani proporzionali a quelli, lasciati tra loro dai piccoli granelli di miglio salvo l'osservazione che fo al § 389, come è da riconoscere dai teoremi di geometria sferica (Cap. VI); ma è diverso il caso se tra loro si raffrontino grani di diversa forma. Infatti se i grani avessero forma cubica, o fossero come parallelepipedi, non lascerebbero spazio vuoto, quante volte si potessero regolarmente ammucchiare. Invece i grani di forma cilindrica lasciano vuoto il decimo dello spazio occupato, ed i sferici ne lasciano il quarto. Dunque realmente considerando alla materia intrinseca contenuta in data misura, si ha questo risultato:

120 ettolitri di grani perfettam. cubici contengono 120 ett. di materia
120 » di grani cilindrici ne contengono solo 108;
120 » di grani sferici ne contengono solo 90;

Per significare ciò con esempio pratico, 100 ettolitri di patate sferiche, ossia rotonde, equivalgono circa a 90 ettolitri di patate cilindriche, ossia bislunghe.

Di più, misurato un decalitro di miglio, e poi un decalitro di piselli, se sieno meschiati tra loro, la nuova misura sarà minore di due decalitri, perchè i piccoli grani del miglio in parte si nicchiano ne' vuoti che tra loro lasciano i grani di piselli. Quindi l'agricoltore che abbia frumento di grossi grani, meschiandolo con altro di grani minuti, perderà nella loro complessiva misura: quindi pure nella crivellatura del grano, quando col crivello si è separata la mondiglia cioè i granelli minuti, e la polvere, la misura del frumento mondo, unita alla misura della mondiglia e della polvere, deve superare la prima misura del frumento com'era in natura. Quando si tratta di mescolanze di grani di differenti grossezze, oppure di varie specie di grani, esiste un limite di concentrazione, un *maximum*, quale pel miglio e pei piselli si raggiugne mescolando tre volumi di questi con due di quelli, e si valuta a un quinto del miscuglio.

392. Oltracciò non è vero, siccome ho già sopra avvertito, che eguali misure di grani supposti perfettamente sferici, ma di grossezza diversa, contengano eguali quantità di grani, relativamente agl'interstizii proporzionali alle loro grossezze. Imperciocchè non poco influiscono le pareti de' recipienti, vicino alle quali i grani lasciano interstizii diversi da quelli esistenti tra loro. Quanto più il vaso è piccolo, ed il grano è grosso, tanto è maggiore la perdita di spazio. Due mezzi litri di granelli misurati col mezzo litro, sono alquanto meno d'un litro degli stessi granelli misurati insieme coll'intero litro. Lo stesso accade di 10 litri misurati distintamente; perciocchè ancor più riescano minori del decalitro misurato tutto in una volta. Quanto al miglio, l'esperienza dimostra che 10 litri di miglio, misurati col litro, riescono, misurati in una volta nel decalitro, circa 5 decilitri di meno, cioè diminuiscono per mezzo litro: e quanto ai piselli la perdita è di un litro e 5 decilitri, cioè tripla di quella del miglio.

393. Dunque se si misuri una quantità di miglio colle misure geometriche delle dimensioni della sua massa o mucchio, e poi la stessa quan-

tità nuovamente se si misuri col *litro*, la nuova misura crescerà del decimo. Se si adoperi invece il *decalitro* crescerà solo il ventesimo; se infine l'*ettolitro* solo un quarantesimo. Invece pe' piselli l'aumento della misura col *litro* sarà solo d'un tredicesimo, col *decalitro* di un *ventiseiesimo*, coll'ettolitro di un *cinquantaduesimo*. Perchè le misure riuscissero eguali converrebbe che le loro superficie fossero in relazione coi volumi. Se il litro abbia la forma di un cilindro d'altezza eguale al diametro, il decalitro dovrebbe avere un'altezza circa 13 volte minore del suo diametro, ovvero un'altezza dalle 9 alle 10 volte il diametro, come sarà meglio chiarito al Cap. VI, lo che darebbe forme disacconcie e poco maneggevoli.

394. Queste ed altre considerazioni sviluppate dal Saigey (1), e saviamente ricordate in un'operetta speciale (2), non voglionsi qui recare all'attenzione dell'agronomo per insinuare spirito di grettezza, ma piuttosto per novella prova della preferenza che merita, per solo titolo di giustizia, nelle transazioni commerciali, la vendita a peso sovra quella a misura. La quale giustizia richiederebbe, volendo persistere nella vendita a misura, che speciali regolamenti determinassero diverse fatta di misure per le principali specie di grani, lo che crescerebbe imbarazzi. Richiederebbe inoltre, pel rilievo espresso al § 389, di praticare le misure nel modo prescritto per le verificazioni delle misure medesime. Al qual fine usano i verificatori di versare il grano in una piramide di legno, detta *tramoggia*, composta di quattro faccie rettangolari, due a due, e tronche all'estremità, ch' è rivolta al basso e si apre mercè un foro circolare chiuso con turacciolo. Questo levasi, e il grano discendendo riempie la misura da verificare sino al colmo, aggiustandosi il grano da sè, senza intervento di scuotimento estrinseco, e variabile, secondo il modo con cui è versato, quando la misura si riempie ad arbitrio d'uomo colla pala.

395. Rispetto ai liquidi non accade in fatto, come parrebbe, ch'essi occupino tutta la capacità del vaso, in cui si versano. Perchè ciò fosse, converrebbe che le molecole o atomi di cui i liquidi si compongono, avessero forma di cubi ovverossia di minimi dadi, non solo, ma che si aggiustassero sì parallelamente tra loro da combaciare perfettamente colle loro facce. Invece ove suppongansi cotali atomi di forma sferica, ne conseguirà che lasciano tra loro minimi spazii vuoti, i quali sommati formano il quarto indicato pei grani sferici (§ 391). La prova dell'esistenza di vani, o interstizii tra le molecole de' liquidi si ha da quelli che possono mescersi tra loro: perchè la misura del miscuglio fatto, non eguaglia la somma delle misure speciali dei liquidi distinti. Il litro d'acqua mescolato col litro d'alcool non forma due litri, e riesce alquanto minore. La facilità poi di perdere alcun poco di liquido nel travasarli ha richiesto la diversità di forma quale si è veduta per le loro misure. Ma pei liquidi pure sarebbe spesso da preferire il peso, perchè in ispecie per l'olio moltissimo influisce la tem-

(1) Saigey, Pratique des poids et mesures.

(2) Norma teorico-pratica sull'insegnamento del Sistema metrico. Opera d'un fratello delle Scuole cristiane. Torino 1849, seconda ediz. pag. 79 e seguenti.

peratura nel farne variare il volume, e per esempio nel latte la sua densità mediante il peso è debitamente calcolata. Avvertasi al successivo § 411.

396. Occuperebbe soverchio spazio l'offerire il prospetto di tutte le misure d'estensione, ancora in uso ne' diversi paesi col loro valore rispettivo nel sistema metrico. Ma perchè continuo adopero valutazioni e calcoli secondo questo sistema, affinchè riesca agevole ad ognuno il fare i debiti riscontri, e le occorrevoli applicazioni senz' avere ricorso a speciali tabelle, epilogo nelle seguenti le principali delle varie contrade d' Italia, non che quelle di alcune estere capitali, attenendomi al metodo seguito da Filippo Re che ne corredava sono già quarant'anni il suo saggio dei letami (1).

397. PROSPETTO

DELLE MISURE LINEARI MERCANTILI E ITINERARIE D'ITALIA

		Mis. antica del rispettivo paese in Metri	Metro in mis. ant. del paese rispet.
Ancona	Braccio (un terzo di canna romana)	0,6639	1,5061
	Piede da fabbrica e da legname .	0,4095	2,4415
Bergamo	Braccio mercantile	0,6593	1,5167
	» da fabbrica	0,4334	1,8817
Bologna	Braccio	0,6400	1,5624
	Piede	0,3800	2,6308
	Miglio	1900,4914	
	Cinque pertiche, di 10 piedi ciascuna, formano la catena dell'agrimensore	19,0049	
	La misura ordinaria è il *passetto* composto di due piedi . . .	0,7601	1,3154
Brescia	Braccio da panno	0,6741	1,4834
	» da seta e da tela . . .	0,6403	1,5615
Carpi	Braccio	0,6445	1,5518
Carrara	Canna per legname	0,6245	1,6011
	Braccio mercantile	0,6197	1,6136
	Palmo pe' marmi	0,2492	4,0117
Cesena	Braccio da tela	0,7023	1,4237
Crema	Braccio	0,6701	1,4921
Faenza	Braccio da tela nostrale . . .	0,7197	1,3893
Fano	Mezza canna romana	0,9959	1,0040
	Braccio da tela nostrale e fettucce	0,6307	1,5854
Ferrara	Braccio da panno e da tela . .	0,6736	1,4845
	» da seta	0,6343	1,5763

(1) *Dei Letami* ecc. Saggio del cav. Filippo Re prof. nell'Univ. di Bologna, 1.a Ediz. Mira 1810 - e Milano 2.a Ediz. 1815.

		Mis. antica del rispettivo paese in METRI	METRO in mis. aut. del paese rispet.
FIRENZE	Braccio da panno	0,5830	1,7151
	Canna da panno	2,3845	
	Braccio da seta	4,5970	
	Miglio	1653,6070	
FORLÌ	Braccio da panno e da seta . .	0,6219	1,6078
	» da tela nostrale . . .	0,7373	1,3562
GENOVA	Palmo	0,2491	4,0145
GUASTALLA	Braccio	0,6710	1,4902
	Piede da fabbrica	0,5426	1,8429
IESI	Braccio da tela	0,7477	1,3372
	Piede da fabbrica e da legname .	0,4002	2,4983
INTRA	Braccio da panno	0,6674	1,4983
	» da seta	0,5254	1,9030
MANTOVA	Braccio	0,6379	1,5674
MACERATA	Braccio (3 palmi romani) . . .	0,6702	1,4920
	Canna architettonica di 10 palmi romani	2,2340	0,4476
	Piede da legname (palmo 1 1[2 romano)	0,3351	2,9841
MILANO	Braccio	0,5949	1,6808
	Trabucco	2,6111	
	Miglio	1784,8093	
	Piede	0,4354	2,2967
	Piede liprando	0,4462	2,2411
MODENA	Braccio	0,6331	1,5793
NAPOLI	Canna	2,0961	0,4770
	Palmo	0,2636	3,7936
	Miglio	1845,69	
	Passetto di palmi 4	0,8878	1,1263
NOVARA	Braccio da panno	0,6687	1,9952
	» da seta	0,5241	1,9077
	» da cotone	0,5932	1,6837
	» da legname	0,6062	1,6495
OSSOLA	Braccio da tela . . . . . , .	0,7188	1,3910
	» da seta . . , . . .	0,5247	1,9058
PADOVA	Braccio da panno	0,6809	1,4684
	» da seta	0,6375	1,5685
	Piede da fabbrica	0,3573	2,7980
PARMA	Braccio da panno	0,6431	1,5548
	» da seta	0,5877	1,7019
	» da legname . . , . .	0,5446	1,8362
PESARO	Piede da fabbrica e da legname .	0,3481	2,8724
RAVENNA	Braccio mercantile	0,6431	1,5548
REGGIO	Braccio	0,6410	1,5598
RIMINI	Braccio	0,2475	2,8771

		Mis. antica del rispettivo paese in Metri	Metro in mis. ant. del paese rispet.
ROMA	Canna da mercantile	1,9919	0,5020
	Palmo	0,2234	4,4762
	Passo geometrico	1,4894	
	Miglio, di 1000 passi.	1489,4788	
ROVIGO	Braccio da panno	0,6698	1,4929
	» da seta	0,6328	1,5802
SINIGALLIA	Braccio da tele nostrali . . .	0,7016	1,4251
	Piede per gli scavi	0,3725	2,6843
	Piede da fabbrica	0,3547	2,8185
	Piede da legname	0,3926	2,5467
TORINO	Raso (*antico*)	0,5993	1,6686
	Piede liprando (*id.*)	0,5137	1,9466
	Pertica (*id.*)	6,1651	
	Miglio piemontese, 400 pertiche (*id.*)	2466,0766	
TREVISO	Braccio da panno	0,6761	1,4788
	» da seta	0,6340	1,5772
UDINE	Braccio da seta	0,6362	1,5717
	Piede da fabbrica	0,3404	1,9369
URBINO	Braccio da lana	0,6515	1,5347
	Braccio da seta	0,5957	1,6785
	Piede da fabbrica e da legname .	0,3537	1,8270
VARALLO	Braccio da panno	0,7932	1,2607
VENEZIA	Braccio da lana	0,6833	1,4632
	Braccio da seta	0,6387	1,5656
	Piede	0,3477	2,8757
	Miglio comune da 1000 passi . .	1738,6742	
	Passo	1,7386	
VERONA	Braccio lungo	0,6489	1,5408
	» corto	0,6424	1,5565
	Piede da fabbrica	0,3429	2,9161
VICENZA	Braccio da panno	0,6903	1,4486
VIGEVANO	Braccio da panno	0,6660	1,4967
	» da seta	0,5281	1,8934

398. Mercè questi Prospetti l'agronomo potrà consultare con pratico profitto le opere di autori georgici italiani, la maggior parte de' quali usano misure locali de' paesi, la cui coltivazione è da loro più specialmente trattata. E benchè le misure mercantili e itinerarie non sembrino appieno indispensabili all'agronomo, tuttavolta nel confronto degli strumenti e delle fabbriche rusticali, in ispecie nel Libro XXIX, torneranno opportunissime. Oltracciò le misure per esempio di legnami, le indicazioni delle altezze di alberi, le dimensioni de' canali di scolo, o d'irrigazione, della loro luce, sbocchi ec. sono designate sempre con misure speciali a diversi luoghi. E pur troppo l'Italia non avendo ancora l'unità almeno di misure, recenti scrittori non solo usano quelle locali, ma omettono quasi sempre d'indicare la corrispondenza di esse colle metriche. Non ho aggiunto altri dati, ve-

ramente più mercantili, come di *balle, colli* ec. parendomi avere assegnato anche troppo spazio a questo argomento.

399. PROSPETTO

DI MISURE LINEARI ESTERE.

		Mis. antica del rispettivo paese in METRI	METRO in mis. ant. del paese rispet.
ALESS. D'EGIT.	Pic o piede da fabbrica . . .	0,6806	1,4692
ALGERI	Pic turco	0,6330	1,5797
AMBURGO	Piede di tre palmi	0,2865	3,8396
	Palmo	0,0955	10,4712
	Piede del Reno	0,3139	3,1857
	Tesa di 6 piedi	1,7189	
	Miglio del Reno	7532,	
AMERICA	Miglio	1609,	
AMSTERDAM	Piede	0,2831	3,5323
	Braccio	0,6878	1,4538
ANNOVER	Piede	0,2920	3,4246
	Miglio	10624,	
AUGUSTA	Piede	0,2962	3,3760
BASILEA	Piede	0,3045	3,2840
BAVIERA	Piede	0,2919	3,4258
	Miglio	7426,	
BELGIO	Piede	0,2856	3,5014
	Lega di Brabante	1000,	
	Miglio metrico	1000,	
BERLINO	Piede geometrico	0,3767	3,4501
BERNA	Piede	0,2933	3,4094
	Tesa (di 8 piedi)	2,3464	
BOEMIA	Piede	0,2964	3,3738
	Miglio	6910,	
BRASILE	Vara	1,1048	
BRUSSELLES	Elle od auna	1,0000	1,0000
CADICE	Piede	0,2827	3,5373
CAIRO	Pic	0,6770	1,4771
CALCUTTA	Covid o passo	0,4472	6,2383
CINA	Piede	0,3063	3,2647
	Li	577,	
COLONIA	Piede antico (V. Berlino) . . .	0,2876	3,4770
COSTANTINOP.	Grande pic halebi	0,6691	1,4945
	Miglio marittimo	1479,	
CRACOVIA	Piede	0,3564	2,8058
DANIMARCA	Piede	0,3138	3,1548
	Miglio (24,000 piedi)	7532,	
FRANCIA	Lega antica	3898,	
INDIA	Coss	1789,	

		Mis. antica del rispettivo paese in METRI	METRO in mis. ant. del paese rispet.
INGHILTERRA	Miglio	1609,	
	Miglio marittimo	1852,	
LISBONA	Piede architettonico , ...	0,3386	2,9533
	Braca o passo = 10 palmi . .	2,1859	
LONDRA	*Feets* (piede)	0,3047	3,2819
	Fathoms (tese di piedi 6) . . .	1,8287	
	Statutes miles (miglia)	1609,3149	
LUBECCA	Pertica = 16 piedi	4,6064	
MADRID	Piede = 12 pollici = 192 linee	0,2827	3,5373
	Lega comune = 19800 piedi .	5607,0000	
NORVEGIA	Miglio.	11139,	
ODESSA	Piede inglese e piede del Reno		
	Arschina	0,7118	1,4048
OLANDA	Piede	0,2831	3,5323
	Miglio	5857,	
PARIGI	Tesa = 6 piedi = 72 pollici = 864 linee = 10368 punti . .	1,9490	
PERSIA	Guerze reale	0,7165	1,3956
	Legno parasanga . , ...	2534,	
PIETROBURGO	*Webschoks* (piede)	0,0444	22,5225
	Saken (tesa di piedi 48) . . .	2,1335	
	Wersta (miglio)	1066,7807	
POLONIA	Miglio	5556,	
PORTOGALLO	Piede archit.	0,3886	2,5733
	Lega da 18 al grado	6180,	
PRUSSIA	Piede del Reno	0,3139	3,1952
	Miglio (di 24801 piedi)	7783,	
	Miglio di Slesia	6552,	
SPAGNA	Piede	0,2827	3,5373
	Lega reale	7066,	
STOCCARDA	Tesa = 6 piedi	1,7189	
	Pertica = 10 piedi	2,8649	
STOCCOLMA	Piede di Svezia = 12 pollici = 144 linee.	0,2967	3,3704
	Piede agrimensorio = 10 pollici 100 linee	0,2472	4,0453
SVEZIA	Piede	0,2472	4,0453
	Miglio	10688,	
UNGHERIA	Miglio	8356,	
VARSAVIA	Piede = 12 pollici = 144 linee (*Stopy*)	0,2978	3,3579
	Pertica o *prenty* = 15 piedi . .	4,4665	
VIENNA	*Schuhe* o *fuss* (piede)	0,3161	3,1635
	Klafter (tesa di piedi 6)	1,8966	
	Miglio (4000 *klafter*)	7586,4519	
	Lega tedesca (da 15 al grado) .	7407,4074	

400. Gli studi agronomici dovendo comprendere la cognizione ed estimazione de'perfezionamenti recati all'arte in questi ultimi tempi, ne'paesi oltr'alpe ed oltre mare, il merito speciale d'alcuni georgici stranieri e i ragguagli economici delle opere loro, esigevano di fornire all'agronomo il modo di tradurre in misure metriche, le speciali da quelli adoperate. Gli inglesi, tenaci del loro sistema attivato il primo gennaio 1826 sulla lunghezza del pendolo, base (come ho detto § 352) incerta ed inesatta, anche per le prove date dal BIOT e dal BAILLY, saranno nullameno probabilmente il principale ostacolo perchè il sistema metrico non divenga, come dovrebbe universale.

401. MISURE SUPERFICIALI DEI TERRENI

ITALIA.

		Parti componenti l'antica Misura superficiale. Tavole	Piedi quadrati	Misura antica del rispettivo paese in tornat. metriche o Ettari	Ettare o Tornatura metrica in Misure ant. del rispett. paese
ANCONA	Soma o rubbio, nella pianura	625	62500	1,0484	0,9538
	a mezza costa .	700	70000	1,1742	0,8516
	a tutta costa . .	850	85000	1,4258	0,7013
BERGAMO	Pertica	24	3456	0,0662	15,0987
BOLOGNA	Tornatura	144	14400	0,2080	4,8066
	Antica biolca . . .	200	20000	0,2819	3,5472
BRESCIA	Piò	100	14400	0,3194	3,1304
CARPI	Bifolca	72	10368	0,2854	3,5033
CARRARA	Quartiere . . .	100	14400	0,1239	8,0705
CESENA	Tornatura	100	10000	0,2899	3,4488
CREMA	Pertica	24	3456	0,0762	13,1106
FAENZA	Tornatura	100	10000	0,2301	4,3444
FERRARA	Bifolca di pertiche .	400	40000	0,6523	1,5328
	Staro di pertiche .	6666 2/3	6666 2/3	0,1087	9,1969
FIRENZE	Quadrato		10000	0,3399	2, 941
FORLÌ	Tornatura	100	10000	0,2383	4,1955
FANO	Soma	500	50000	1,1535	0,8669
GENOVA	Cannella quadrata .		100	0,0006	0,1611
GUASTALLA	Biolca	72	10368	0,3052	3,2759
IESI	Rubbio	1000	100000	1,6021	0,6241
MANTOVA	Bifolca	100	14400	0,3138	3,1861
MACERATA	Modiolo	100	10000	0,3119	3,2058
MILANO	Pertica	24	3456	0,0654	15,2784
MODENA	Bifolca	72	10368	0,2836	3,5255
NAPOLI	Moggio		48400	0,3322	3, 009
NOVARA	Moggio	96	13824	0,3066	3,2615
OSSOLA	Staro di spazza . .	400	14400	0,1573	6,3568
PADOVA	Campo	840	30240	0,3862	2,5889
PESARO	Centin. di canne qu.	100	22500	0,2726	3,6670
PARMA	Bifolca		10368	0,3075	3, 251

		Parti componenti l'antica Misura superficiale. Tavole	Piedi quadrati	Misura antica del rispettivo paese in Tornat. metriche o Ettari	Ettare o Tornatura metrica in Misure ant. del rispett. paese
RAVENNA	Tornatura	100	10000	0,3417	2,9259
REGGIO	Bifolca	72	10368	0,2922	3,4220
RIMINI	Tornatura	100	10000	0,2947	3,3922
ROVIGO	Campo	840	30240	0,4464	2,2399
ROMA	Rubbio		370300	1,8481	0, 541
SINIGALLIA	Soma	400	40000	1,2477	0,8014
TORINO	Giornata	100	14400	0,3799	2, 631
	Pertica	4	144	0,0037	
TREVISO	Campo	1250	31250	0,5204	1,9213
UDINE	Zuoia grande . . .	1250	45000	0.5217	1,9168
	Zuoia piccola . . .	840	30240	0,3505	2,8523
URBINO	Coppa	192	15552	0,2608	3,8331
VENEZIA	Migliaio di passi qu.		1000	0,3022	3,3079
	Migliaio di ghebbi .			0,2448	4,0839
	Campo			3656	
VERONA	. . . . .			0,3047	3,2808
VIGEVANO	Pertica	24	3456	0,0738	13,5338

402. Riguardando alle unità prese ab antico ne' paesi italiani pei terreni coltivati anche quando i consoli e i dittatori repubblicani li lavoravano colle loro mani, si contava a *jugeri*, cioè ad estensioni di poc'oltre 24 ari, e sotto la decadenza le campagne romane divenute deserte, si vennero calcolando a rubbo cioè a 184 ari. In generale i popoli preferirono per unità la superficie il cui lavoro coll'aratro si può eseguire in un giorno. Se si raffronti il campo veneto di ettari 0, 3656, il padovano di 0,3862 colla giornata di Torino 0,3799, colla zuoia d'Udine di 0,3505, colla biolca bol. di 2 tornature 0,4016, non si hanno grandi differenze. Studiando anzi le condizioni geografiche ed etnografiche delle contrade, rilevasi una tal quale regola di proporzione nel calcolo della superficie, il cui lavoro è stimato eseguirsi coll'aratro in un giorno, da motivare utili riflessi, quali troverannosi al XIV Libro.

403. ESTERE MISURE SUPERFICIALI AGRARIE.

		Valore in Ettari od Ettometri quadrati
AMBURGO	Morgen = 600 *marschrate* quadrate	0,9652
	Scheffel di terra arativa = 200 geestrathe quadrate	0,4202
AMSTERDAM	Morgen d'Amsterdam = 600 pertiche quadrate.	0,8124
	Morgen del Reno = 600 pertiche quadrate del Reno	0,8511
ANNOVER	Morgen = 120 pertiche quadrate = 2 *viesling* 1 1|3 drohn	0,2619
ANVERSA	Arpent = 400 pertiche quadrate	0.3050
BASILEA	Juchart = 136 pertiche quadrate	0,3339

		Valore in Ettari od Ettometri quadrati
Berlino	Morgen = 180 pertiche quadrate	0,2553
	Morgen = 400 pertiche quadrate	0,5526
Berna	Juchart di bosco = 45,000 piedi quadrati . .	0,3871
	Juchart di campo = 40,000 piedi quadrati . .	0,3441
	Juchart di prato = 35,000 piedi quadrati . .	0,3011
Brusselles	Vierkantebunder . . , ...	0,0100
Cairo	Fedan-el-risag = 400 = gasab quadrati . . .	0,5929
Calcutta	Chattack, misura di superficie che comprende 5 covid in lunghezza e 4 in larghezza . . .	0,0004
	Cottah = 16 chattack	0,0064
	Biggah = 20 cottah	0,1280
Colonia	Morgen = 150 pertiche	0,3177
Inghilterra	Rood (1200 yards quadrati)	0,1011
Irlanda	Acre	0,6554
Lisbona	Geira = 4840 varas quadrati	0,5782
Lubecca	Boisseau da 600 pertiche quadrate	0,1273
	Boisseau da 80 pertiche quadrate	0,1698
Madrid	Fanegada di terra da grano = 500 estadale quadrate . . . . , ...	0,4834
	Arancada di terra da viti = 400 estadale qua. .	0,4834
	Yugada . . . . , . .	14,1928
	Cahizada, estensione di terra nella quale si può seminare un cahiz di grano, misura immaginaria di circa 12 fanegade . . . . ,	2,0589
Parigi	Ettaro	1,0000
	Arpent	0,3419
Pietroburgo	Deciatina (Dessâtina) per campi e boschi . . .	1,0925
	Deciatina pei territori sul territorio russo . . .	0,1456
Portogallo	Geira	0,5827
Scozia	Acre	0,5141
Stoccolma	Tunnaland = 218 3/4 pertiche quadrate , , .	0,4936
Stuttgard	Viertel = 96 pertiche quadrate	0,0788
	Morgen = 4 viertel	0,3252
	Juchart = 1 morgen e mezzo	0,4728
Svizzera	Faux	0,6567
Varsavia	Iugero o *morg* = 3 catene o snzuri qu. = 300 pertiche qu. = 67500 piedi qu.	0,5985
Vienna	Joch (jugero) = 1600 Klafter quadrati	0,5755
	Klafter	0,0003

404. Il paragone delle misure adottate negli altri paesi, oltre Italia, ha relazione collo stato di grande, media o piccola coltivazione de' medesimi, come sarà meglio rilevato pel libro IX e XVI. Non occorre ch'io ripeta i motivi già esternati al § 398, per giustificare la necessità dei presenti prospetti per chi ama conoscere lo stato dell'estere coltivazioni.

105. PROSPETTO

DI MISURE DI CAPACITÀ DA GRANO.

		Misure o some Metriche del rispettivo paese in Ettolitri	Ettolitro o soma metrica in misure del rispettivo paese
Ancona	Rubbio Romano di 8 Coppe, di 32 Provende.	2,8064	0,3563
Bergamo	Soma di 8 staia di 32 quartari .	1,7128	0,5838
Bologna	Corba di 2 staia di 16 quartiroli	0,7864	1,2715
Brescia	Soma di 12 quarte di 48 coppi	1,5062	0,6639
Carpi	Sacco di 2 staia di 16 quarte .	1,2867	0,7771
Carrara	Sacco di 3 secchie di 24 quarrelle	0,7254	1,3784
Cesena	Sacco di 4 quartarole di 20 bernarde	1,3817	0,7237
Crema	Soma di 16 staia di 32 emine .	1,7548	0,5698
Faenza	Corbe di 8 ottave, di 16 mezz' ottave	0,6998	1,4288
Ferrara	Moggio di 20 staia di 80 quarte	6,2185	0,1608
Firenze	Staio di 4 quarti di 32 mezzette	0,2439	4,0996
Forlì	Staio di 16 provende di 32 mezzine. . . . . ,	0,7216	1,3857
Genova	Mina di 2 quartini, di 8 quarte	1,1656	0,8579
Guastalla	Sacco di 3 staia di 12 quarte .	1,1460	1,8726
Intra	Sacco di 8 staia di 16 emine .	2,4798	0,4032
Lugo	Sacco di 4 staia di 16 quarte .	1,7080	0,5854
Mantova	Sacco di 3 staia di 12 quarte .	1,0381	0,9632
Milano	Moggio di 8 staia di 32 quartari	1,4623	0,6838
Modena	Sacco di 2 staia di 16 quarte .	1,2650	0,7905
Novara	Sacco di 8 emine di 128 coppi .	1,2647	0,7906
Ossola	Staio di 2 emine di 8 quarte . .	0,3249	3,0772
Padova	Moggio di 12 staia di 48 quartieri	3,4780	0,2875
Pesaro	Staio di 6 toppi, di 12 bernarde	1,7035	0,5869
Ravenna	Rubbio di 5 staia di 40 quarte .	2,8754	0,3477
Reggio	Sacco di 2 staia di 24 quartarole	1,1949	0,8368
Rimini	Staio di 4 quarte di 12 Bernarde	1,8763	0,5329
Roma	Rubbio di 4 quarte di 16 staia .	2,8064	0,3563
Rovigo	Sacco di 3 staia di 12 quarte .	0,9943	1,0056
Torino	Sacco di 5 emine di 40 coppi .	1,1497	0,8697
Treviso	Sacco o staio di 4 quarte di 16 quartieri . . . . , .	0,8681	1,1519
Udine	Staio di 6 pesinali	0,7315	1,3668
Urbino	Staio di 8 quarti, di 32 provende	1,6708	0,5984
Venezia	Moggio di 8 mezzeni di 64 quartiroli	3,3326	0,3000

		Misure o some Metriche del rispettivo paese in Ettolitri	Ettolitro o soma metrica in misure del rispettivo paese
VERONA	Sacco di 3 minali di 12 quarte .	1,1465	0,8721
VICENZA	Sacco di 4 staia di 64 quartiroli	1,0817	0,9244
VIGEVANO	Sacco di 6 staia di 24 quartari	1,1448	0,8734

406. Oltracciò sono da notare le differenti specie di misure di cubatura. A Venezia pegli scavi e sterrati si adopera il *Passo cubico* di piedi cubici 125, eguale a metri cubici 5,2559; per la legna usasi il carro, o parallelepipedo rettangolare sulla base del passo quadrato, e in altezza la lunghezza della legna, cioè circa un piede. A MILANO la legna da fuoco vendesi a peso cioè a fasci di 100 libbre grosse. Nell' *Euclide in campagna* del Guerino è detto « ne' nostri contorni di Milano si usa far le *mede* « (cataste) larghe braccia 4 ed alte parimenti braccia 4, e lunghe ad libitum « conforme la quantità.... un carro secondo noi s' intendiamo, comprende otto « braccia di corda ed è carro da bue e non da cavallo, ma il carro di legna « secondo la misura convenzionale di Milano alto e largo braccia 4, e lungo « 1, equivale a steri 3,3692 ». A TORINO la legna vendesi abitualmente a peso. A BOLOGNA le legna vendonsi a carra della misura in lunghezza e in larghezza piedi 6, e d'altezza piedi 3, equivalente a steri 5,931. A FIRENZE la catasta di legna da ardere è braccia cubiche 24 pari a steri 4,7710. La legna da fuoco vendesi a ROMA al *passo*, equivalente a steri 3,13. Ma nelle spiaggie dell'Adriatico le legna spedite fuori dallo Stato Romano si vendono a *canne* che sono palmi cubici 925 abbondanti, o più esattamente steri 10,350. Le fascine invece vendonsi a carrettate di N. 100, del peso, quando asciutte e secche, di chil. 7 l'una. Nel regno di NAPOLI la *canna* di legna da ardere, ha il volume di palmi $8 \times 8 \times 4$, cioè palmi cubici 256 ed è steri 4,6926.

407. ESTERE MISURE DA GRANO.

		Misure del rispet. paese in Ettolitri o some metriche	Ettolitri o some metriche in mis. del rispett. paese
ALESS. D'EGIT.	Rhebebe	1,5856	0,6306
	Guillot o Kisloz	1,7183	0,5819
ALGERI	Caffise	3,1960	0,3128
	Tarrie	0,1934	5,1706
AMBURGO	Scheffel da grano = 2 fass = 4 himten = 16 spint	1,0529	0,9497
	Wispel = 10 scheffel . . .	10,5296	0,0949
	Lust da frumento = 3 wispel .	31,5888	0,0316
AMSTERDAM	Scheppel	0,2781	3,5958
ANNOVER	Himten = 3 metzen	0,3116	3,2092
	Wispel = 8 malter = 48 himten	14,9568	0,0668
AUGUSTA	Schaf da grano = 8 metzen = 32 vierling	2,0530	0,4870
BASILEA	Sack = 8 cheffel o mudde = 32 Kupflein = 64 becher . . .	1,3666	0,7317
BERLINO	Scheffel = 16 metzen = 48 ciertel	0,5496	1,8195

		Misure del rispettivo paese in Ettolitri o some metriche	Ettolitri o some metriche in misure del rispettivo paese
BERNA	Mutt = 12 mass = 48 immi = 96 achterli	1,6813	0,5947
BRUSSELLES	Mudde	1,0000	1,0000
CADICE	Cahiz = 12 fanegas = 12 almades = 4 quartillos	6,8580	0,1443
CAIRO	Ardeb del Cairo = 24 rub . .	1,8200	0,5494
CHINA	Tanto i solidi che i liquidi si vendono a peso		
COSTANTINOP.	Fortin = 4 Killot di grano . .	1,3259	0,7542
CRACOVIA	Korzec = 16 garniec	5,0111	0,1995
LONDRA	Weys loads o tons (*carri*) = 5 quarters (sacchi) = 40 bushels (staia)	13,4545	0,0743
LISBONA	Moyo = 15 fanga . . . . , .	8,1994	0,1219
MADRID	Fanega = 12 celemine = 48 quartillos	0,3635	2,7510
MALTA	Salma	2,8967	
ODESSA	Tschetwert = 2 osmin = 4 pajock = 8 tschetwerick = 64 garnetz	1,9455	0,5140
PIETROBURGO	1 Tschetwert = come sopra . .	2,0974	0,4767
PERSIA	*Artaba*	0,6575	1,5209
SCOZIA	*Firlot* (di frumento)	0,3600	2,7777
SVEZIA	Tunna di 32 *kappar*	1,4649	
VIENNA	Muth (moggio) = 30 staia = 480 massel (*misure*) = 3840 becher (*bossoli*)	18,4580	0,0541

408. È singolare la diversità delle misure speciali di PARIGI per la legna, perchè la *voie de Paris* è steri 1, 9195 la *corde des eaux et forets* il doppio della *voie: la corde des grands bois* è steri 4, 3874, *e la corde des ports* steri 4,8988. Così il *muid* di grano e calce è ettolitri 18,7319, quello del sale ettolitri 24,9759, quello della vena ettolitri 37,4639, quello del carbone ettolitri 41,6270. A LONDRA pel commercio de' grani il *bushel* o loro staio avea un peso medio fissato dal mercato di Londra pel frumento libre 60 = chil. 27, 48; per la segala lib. 55 = chil. 24, 03, per l' orzo lib. 47 = chil. 21, 31 ; per l'avena lib. 38 = chil. 17,23 ; pei piselli lire 64 = chil. 29, 02; per le fave a lib. 63 = chil 28, 56. È importante notare la misura del carbon fossile; la quale prima era cubica, vendendosi al *chaldron* = 36 *bushels* = ettolitri 16,605 ; ma in oggi vendesi a peso ; e quando parlasi di un *chaldron* di carbon fossile intendesi un peso di chil. 1295, la cui capacità media è circa, sia di Newcastle o di Londra, = ettol. 17,28. Le misure cubiche di VIENNA per volumi e scavi sono il *Klafter* cubico = 216 *fuss* ed equivalente a metri cubici 6, 8223. A PIETROBURGO per la legna da ardere usasi la *sagena* = steri 7,2841.

409. PROSPETTO

di misure di capacità da vino.

Italia.

		Misura del rispettivo paese in Ettolitri	Ettolitri in misure del rispettivo paese
Ancona	Soma di 48 boccali	0,6960	1,4410
Bergamo	Brenta di 108 boccali	0,7069	1,4146
Bologna	Corba di 60 boccali	0,7859	1,2723
Brescia	Zerla di 72 boccali	0,4974	2,0103
Carpi	Quartaro di 96 boccali	1,2302	0,8128
Carrara	Barile di 32 boccali	0,4299	2,3256
Cesena	Soma di 54 boccali	0,6392	1,5642
Crema	Brenta di 64 boccali	0,4853	2,0603
Cremona	Brenta di 75 boccali	0,4746	2,1067
Faenza	Soma di 60 boccali	0,7263	1,3767
Fano	Soma di 48 boccali	0,8968	1,1150
Fermo	Soma di 50 boccali	0,6481	1,5428
Ferrara	Mastello di 40 boccali	0,5678	1,7610
Firenze	Barile di 80 mezzette	0,4552	2,1964
Forlì	Soma di 42 boccali	0,7112	1,4059
Genova	Barile di 90 amole	0,7901	1,2665
Guastalla	Brenta di 72 boccali	0,6851	1,2736
Iesi	Soma di 64 boccali	1,3156	0,7600
Mantova	Soglio di 60 boccali	0,5468	1,8287
Macerata	Soma di 40 boccali	0,8223	1,2160
Milano	Brenta di 96 boccali	0,7555	1,3235
Modena	Quartaro di 90 boccali	1,0181	0,9822
Novara	Brenta di 72 boccali	0,5666	1,7647
Ossola	Brenta di 48 boccali	0,5399	1,8521
Padova	Mastello di 72 bozze	0,7127	1,4030
Ravenna	Barile di 40 boccali	0,5377	1,8597
Reggio	Brenta di 60 boccali	0,7589	1,3175
Rimini	Soma di 64 boccali	0,7613	1,3135
Roma	Barile di 32 boccali	0,5753	1,7381
Rovigo	Mastello di 108 bozze	1,0479	0,9542
Sinigallia	Soma di 50 boccali	1,1845	0,8442
Torino	Brenta di 36 pinte	0,4925	2,0304
Treviso	Conzo per la città di 48 boccali .	0,7798	1,2823
Udine	Conzo di 64 boccali	0,7930	1,2609
Urbino	Soma di 50 boccali	0,8646	1,1564
Venezia	Secchio di 4 bozze	0,1073	9,3188
	Barilla di 24 bozze	0,6438	1,5531
Verona	Brenta di 72 inguistare	0,7051	1,4182
Vicenza	Mastello di 120 bozze	1,1389	0,8780

410. Il commercio dei vini, e degli spiriti, coll'uso delle bottiglie nere sfugge alla verifica di riscontro, essendo le bottiglie di capacità del tutto irregolare, sia per la diversa forma, sia per la varia grossezza delle pareti, sia in ispecie per l'ampia capacità sottratta dalla convessità interna del loro fondo. Questo accade d'ordinario pei vini d'alto prezzo, ma per l'Italia è dannevole pel riflesso dell'importazione dei vini, e per quello delle stesse bottiglie vuote. Le misure di capacità sono esse preferibili a quelle del peso trattandosi di questi liquidi? La questione è sciolta quando si rifletta al peso della brenta di vino a Milano calcolata in ragguaglio di libbre piccole milanesi 224 3/4 = chil. 73, 4; mentre quella d'acquavite si calcola libbre piccole mil. 219 4/5 = chil. 71, 8, onde il peso dell'acquavite di confronto a quello del vino starebbe circa :: 71 : 73. Oltracciò la maggior limpidezza d'una qualità di vino sarebbe pregiudicievole al venditore, e il vino più feccioso gli offrirebbe vantaggio. Ma di questa questione sarà meglio discorso al capitolo di enologia nel XXX libro, ove sarà parola eziandio della vendità dell'uva se in natura, o ammostata.

411. ESTERE MISURE PER VINI.

		Misure del rispett. paese in ettolitri o some metric.	Ettolitri o some metric. in misure del rispett. paese
ALGERI	Xhalle *d'olio* 1/2 1/4 1/2 *in proporzione* .	0,1666	6,0024
AMBURGO	Ahm = 4 anker = 5 eimer = 20 viertel = 40 stubgen = 160 quarter . .	1,4440	0,6925
AMSTERDAM	Last = 27 mudde = 86 sack = 108 scheppel	30,0391	0,0332
	Aum da vino = 4 anker = 8 stekan = 64 stoop = 178 mengel = 256 pinte = 512 mutjes	1,5522	0,6442
ANNOVER	Ahm = 4 anker = 40 stubgem = 80 kannen = 16 quarter	1,5686	0,6394
AUGUSTA	Eimer = 64 visir-maass = 72 schenk-maas	0,7534	1,3273
BASILEA	Ohm = 128 pot.	0,4550	2,1978
BERLINO	Eimer *da vino* = 2 ankel = 60 viertel .	0,6869	1,4412
	Fass *da birra* = 2 tonne = 1000 quarti	11,7034	0,0854
	Tonne *da birra*	1,2450	0,8232
BERNA	Saum = 4 brenten = 100 maas = 400 viertel	1,6712	0,5983
BRUSSELLES	Vat	1,0000	1,0000
CADICE	Cantara o arroba maior = 8 acumbres = 8 quartillos	0.1575	6,3492
CIPRO	Cass	0,0473	21,1416
CHINA	*Tanto i solidi che i liquidi si vendono a peso*		
CORFÙ	Bacile	0,6813	1,4677
COSTANTINOP.	Almude	0,5227	1,9131
CRACOVIA	Beeska = 36 garniec	0,5724	1,7662

		Misure del rispett. paese in ettolitri o some metric.	Ettolitri o some metric. in misure del rispett. paese
IRLANDA	Gallon	0,0356	28,0898
LONDRA	1 Tonn = 252 gallons	9,5386	0,1058
	Hogshead = 50,000 galloni imperiali	2,2517	0,4441
LISBONA	Tonelada = 2 pipe = 52 almude	8,6013	0,1162
MADRID	Arroba *da vino* = 8 azumbre = 32 quartillos = 25 *libbre*	0,1607	6,2227
	Arroba *da olio* = 4 quartillos = 100 quarterones	0,1263	7,9176
MALTA	Caffiso (per Olio)	0,2081	4,8053
ODESSA	Ancre pel vino	0,3808	2,6295
	Sarokowaia-botska per l'olio ed acquavite = 40 wedro	5,0781	0,1969
PIETROBURGO	Oxhoft = 6 ankers = 12 stekars = 18 wedros = 180 stoof = 240 bottiglie	2,2121	0,4520
	Mastello (fass) = 400 stoof	4,9156	0,2034
	Botte (pipa) = 360 stoof	4,4240	0,2200
SCOZIA	Pinta	0,0169	59,1715
SVEZIA	Kaun	0,0261	38,3141
UNGHERIA	Tokay antal	0,5053	1,9790
VIENNA	Fuder *(carro)* = 32 eimer *(secchi)* = 1280 Masse *(bocce)* = 5120 seidel *(coppi)*	18,1382	0,0551
	Fass *(botte)* = 10 eimer *(secchi)*	5,6681	0,1766

412. Quando si considera a ciò ch' è detto al § 397 e 410, se si riflette inoltre allo spazio vuoto che lasciasi d'ordinario nel collo delle bottiglie, e quello indispensabile quando contengono vini spumanti, birre ec., si argomenta facilmente il vantaggio enorme accordato agli stranieri dagli italiani, i quali sono i maestri loro nella coltivazione della vite e nella stessa fabbricazione del vino.

413. Qualunque misura sia lineare, o di superficie, o di volume dipende sempre dalla misura lineare; quindi l'esattezza principale consiste nello stabilire esattamente le lunghezze. Perciò le catene, metri o piedi snodati difficilmente servono a misure precise, e le pertiche, i metri, i piedi consistenti in aste rigide danno più sicuri risultati, semprechè se ne abbiano due da porre diligentemente uno dopo l'altro, non levando il primo finchè il successivo non sia rettamente collocato, e così di seguito, come sarà meglio definito a suo luogo. Ma è duopo persuadersi che non si può prendere una misura esatta qualunque siasi quando non si conoscono i primi teoremi di geometria elementare. Misurando esattissimamente i lati di una figura quadrilatera, lo spazio compreso tra i medesimi varia al segno da potersi ridurre ad una minima frazione del quadrato vero, di quello cioè i cui lati sono esattamente normali l'uno all'altro. Perciò quando non si conosce cosa sia angolo, non si può conoscere ciò che sia superficie, e la

difficoltà cresce ancora se si tratti di superficie a linee curve. Non è poi a dire quanto a maggior ragione s' aumenti la difficoltà nel misurare volumi, capacità ec.

[2] Misure di peso.

114. Stabilita la misura del **metro,** facilissimo fu dedurne unità di misure di *superficie*, di *solidità* e di *capacità*: non così quella di *peso*. Fissato un recipiente cubico di capacità corrispondente al cubo avente per lato 1 *decimetro*, ossia il decimo della unità di lunghezza, pesato prima vuoto, e di poi ripieno d'acqua alla massima densità, si venne così a stabilire il peso del decimetro cubico d'acqua. Ma le differenze di temperatura, il vario peso dell'aria circostante, il grado di pienezza del liquido ed altre considerazioni da comprendersi meglio per quanto sarà detto al Capitolo VII, richiesero minutissime avvertenze. Trovato il peso del decimetro cubo d'acqua, se ne dedusse quello di un cubo della medesima, il quale avesse per lato la centesima parte del metro, e questo peso del centimetro cubo d'acqua distillata alla massima densità, formò l'unità di peso adottata nel metrico sistema, e cui fu dato il nome di *grammo*.

MISURE DI PESO.

Tonellata metrica, o migliaio equivalente a 10 *quintali;* = 100 *miriagrammi* = 1000 *chilogrammi.*

Quintale metrico = 10 *miriagrammi;* = 100 chilogrammi.

Miriagrammo o rubbo metrico equivalente a 10 *chilogrammi;* = 100 *ettogrammi.*

Chilogrammo o libbra metrica equivalente a 10 *ettogrammi;* = 100 *decagrammi;* = 1000 *grammi.*

Ettogrammo, o oncia metrica equivalente a 10 *decagrammi* = 100 *grammi.*

Decagrammo, o grosso metrico equivalente a 10 grammi.

Grammo peso del centimetro cubo d'acqua e millesima parte del *chilogrammo.*

Decigrammo decima parte del grammo; = 10 centogrammi = 100 milligrammi.

Centigrammo centesima parte del grammo: = 10 milligrammi.

Milligrammo millesima parte del grammo.

115. Prendendo, come d'ordinario si suole, il *chilogrammo* per unità nella numerazione, i pesi scrivonsi usualmente come segue sino al *grammo.*

Chilogrammo 1,000

Tonellata	= chil. 1000,000		*Ettogrammo*	= chil. 0,1
Quintale	= chil. 100,000		*Decagrammo*	= chil. 0,01
Miriagrammo	= chil. 10,000		*Grammo*	= chil. 0,001

Per minori pesi prendesi per unità il Grammo ed allora la numerazione s'esprime in questo modo:

Grammo 1,000

Chilogrammo = gr. 1000,	*Decigrammo* = gr. 0,1
Ettogrammo = gr. 100,	*Centigrammo* = gr. 0,01
Decagrammo = gr. 10,	*Milligrammo* = gr. 0,001

116. Le abbreviazioni ordinarie sono

Mg ovvero *miriagr.* per *miriagrammo*	*g* ovvero *gr.* per *grammo*
Cg ovvero *Kil.* o *Chilog.* per *chilogrammo*	*dg* ovvero *decig.* per *decigrammo*
Eg ovvero *Ettg.* per *ettogrammo*	*cg* ovvero *centig.* per *centigrammo*
Dg ovvero *Decag.* per *decagrammo*	*mg* ovvero *millig.* per *milligrammo*

117. Il peso medio d'alcuni corpi si trova;

peso d'un moscherino . .	*chilog.*	0,001 ossia un milligrammo
» d'un uomo ordinario .	»	60 a 70
» d'un bue o d'un cavallo	»	300 a 450
» 40 monete da 5 lire .	»	1
» 4 dette da 5 lire . .	»	1 ettogrammo

118. **Misure effettive dei pesi.** Dividonsi nelle tre classi come segue:

Pesi grossi	**Pesi medii**	**Pesi piccoli**
Da 1 chilogrammo a 50	*Dal grammo al chilogrammo*	*Dal milligramo al grammo*
50 Cg ossia 5 Mg	5 Ettg ossia 500 grammi	1 grammo ossia 100 mg
20 Cg » 2 Mg	2 Ettg » 200 »	5 decig » 50 mg
10 Cg » 1 Mg	1 Ettg » 100 »	2 decig » 20 mg
5 Cg »	5 Dg » 50 »	1 centig » 10 mg
2 Cg »	2 Dg » 20 »	5 millig »
1 Cg »	1 Dg » 10 »	2 millig »
	3 gr » »	1 millig »
	2 gr » »	

119. I pesi di *ferro fuso* hanno la forma della fig. 50 esprimente il peso di 50 chilogrammi al quinto della reale dimensione.

Fig. 50.

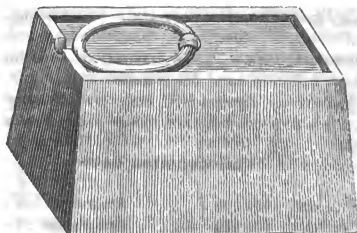
50 Chilogrammi o 5 miriagrammi (*alla quinta dimensione*).

ovvero quella della fig. 51 esprimente il peso di 10 chilogrammi a metà dimensione;

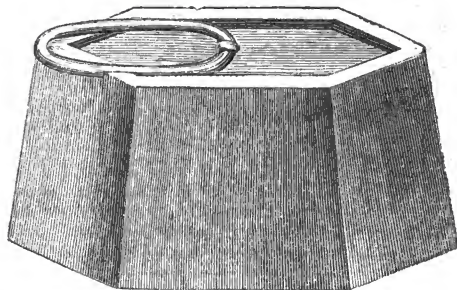
Fig. 51.
10 Chilogrammi *(a metà dimensione).*

oppure quella, in ispecie pei pesi d'ottone, recata dalla fig. 52

Fig. 52.

2 Chilogr. *(id.)*

1 Chilogr. *(id.)*

5 ettogr. *(id.)*

2 ettogr. *(id.)*

420. **I pesi in lastra d'ottone, di argentone** *(pack fond)* **o d'argento** offrono la seguente forma, data dalla fig. 53 che rappresenta la serie dei 9 pesi in lastra.

Fig. 53.

5 DECIGR. 2 DECIG. 1 DECIG.

5 CENT 2 CENT 1 CENT 5 MG 2 MG 1 MG

dimensioni naturali

Forse dei pesi, fatti con fili metallici riuscirebbero più esatti, e rotolati a spirali d'uso più comodo, o almeno più agevoli da fabbricare.

421. La serie dei pesi simiglianti nella forma a quelli detti di *marco*, si compone di ciottolette coniche entranti una nell'altra, riposte in iscatole coperte, di pari metallo, e componenti esse pure peso legale.

422. Oltre le diversità tra paese e paese, nello stesso villaggio s'usano due pesi, perchè l'oncia medica o farmaceutica è diversa dalla mercantile. È notevole che dove si è legalmente prescritto il sistema metrico, debbansi ancora tollerare gli antichi pesi solo per le farmacie, mentre queste devono avere esercenti istruiti, i quali dovrebbero più facilmente comprendere le riduzioni volute dalla riforma. Se il medico e lo speziale trovano troppo difficile o pericoloso il ridurre le parti di un grano in centigrammi o milligrammi, da dovere perciò esimersi dalla legge generale, egli è ben più difficile l'assegnazione e composizione de' medicinali stessi, in alcuni dei quali entrano sostanze pericolose, se non sieno perfettamente composte, ed esattissimamente pesate. Non si comprende un'eccezione in favore di persone laureate, mentre vi si assoggetta il rozzo villico e la donnicciuola del popolo

423. **Verificazione dei pesi.** Non istarò a descrivere le avvertenze riferibili a bilancie e stadere, chè meglio apprezzerannosi colla scorta dei teoremi di MECCANICA al Capitolo VIII. Dirò che quante volte s'abbiano dubbi sull'esattezza d'una bilancia, basta pesare due volte invertendo ne'suoi piatti il peso e l'oggetto da pesare, e dividendo la somma de' due pesi per metà, si ha il peso vero che si ricerca. Pel qual modo è facile assicurarsi se un commerciante commette frode, semprechè adoperi la bilancia. Qualche volta vi sono bilancie apparentemente giuste, perchè vuote le coppe, stanno amendue in eguale posizione: ma un braccio della bilancia può essere più lungo dell'altro, e la differenza compensarsi dal minor peso della coppa. In tal caso quando si pesa, la maggior lunghezza del braccio rende apparentemente più pesante il corpo collocato nella coppa corrispondente. Giova perciò conoscere anche il metodo della doppia pesata, che devesi al BORDA, e dà il giusto peso, ancorchè la bilancia sia falsa. Posto il corpo da pesare in una coppa, si carica l'altra con granelli di piombo, pezzetti di filo o di carta finchè si abbia equilibrio. Di poi levasi il corpo, sostituendovi i noti pesi come grammi ecc. (1). Nè queste indicazioni ho riferite per insinuare diffidenza, ma sì perchè realmente le bilancie, stadere, e simili strumenti, ancorchè fabbricati con massima precisione, presto la perdono, o pel variare di temperatura, o per l'ossidazione, o per altre inevitabili cause derivanti dal loro uso. E l'inconveniente più grave è l'*aderenza* per cui l'ago non muovesi che aggiugnendo da una parte un peso, il quale dee equivalere all'*aderenza* stessa e di più all'*inerzia* dello strumento.

424. **Difficoltà gravissime nel pesare** sono: lo stato del corpo che si pesa, e quello dell'ambiente in cui si opera. Facilmente si comprende

---

(1) Suppongasi ad esempio che la bilancia facesse un maggior peso del due per cento. Da un lato ponendo il corpo pesante 100 grammi, il peso dall'altro sarebbe 102 grammi. Ora se il corpo pesante 100 faceva equilibrio a 102, non potrò porre in luogo del corpo che il peso stesso di 100 per mantenere l'equilibrio colla stessa materia ch'è nell'altra coppa.

che lo stato di maggiore o minore secchezza nelle materie solide influisce sul loro peso. Ma nelle liquide è da calcolare la temperatura. Mediante accurate sperienze si è trovato per esempio che il decimetro cubo d'acqua, pesata nel vuoto a diverse temperature, risulta come segue:

decim. cubo d'acqua a temp. di gradi	0 C.	pesa grammi	999,900
id.	+ 3 »	. . . .	999,994
id.	+ 4 »	. . . .	1000,
id.	+ 5 »	. . . .	999,982
id.	+ 10 »	. . . .	999,700
id.	+ 100 »	. . , .	957,

125. L'influenza dell'ambiente viene equilibrata, perchè tanto il peso che il corpo pesato sono nello stesso ambiente. Come sarà meglio chiarito, pel celebre principio d'Archimede, secondo il quale i corpi immersi in un liquido perdono del loro peso altrettanto quanto è il peso del liquido ch'essi rimuovono, un centimetro cubo di materia pesata nell'aria perde il peso d'un centimetro cubo d'aria. Ora questo peso d'aria è valutato milligrammi 1 e 1/3; ma se l'aria sia carica molto di vapore acqueo è più pesante che non quando sia molto secca e ad alta temperatura. Però effettivamente cento balle di canape del peso di chilogrammi 100 ciascuna, o in complesso 100 quintali metrici, pesate in giorno secco d'estate a Bologna potrebbero riuscire pesate a Londra, in quell'aere caliginoso, di sensibile minor peso ove non si compensasse, perchè i pesi son pure immersi in quell'aere.

126. Tra i pesi degli antichi meritano di essere ricordati i seguenti:

I. EGIZII		
Talento o peso dell'acqua contenuta nell'*anfora*	Grammi	18088
Siclo	»	6
Obolo	»	0,3
II. Nel sistema ALESSANDRINO		
Gran *talento*	Chilogr.	46
Piccolo *talento*	»	35
Mina (centesimo del *talento*) . .	»	0,46
Dramma (centesimo della *mina*) .	»	0,0046
Siclo . . . . , ...	»	0,012
III. Presso i GRECI		
Talento	»	19,50
Mina (sessantesimo del *talento*) . .	»	0,320
Dramma (centesimo della *mina*) . .	»	0,0032
IV. Presso i ROMANI		
Libbra	»	0,324
Oncia . . . , ...	»	0,027
Scrupolo	»	0,0011
V. Presso gli ARABI		
Mina (da CARLOMAGNO fu conservata)	»	0,367

127. **Pesi e monete.** Quante volte l'agricoltore mancasse di pesi metrici, o volesse assicurarsi dell'esattezza d'un pesamento, o come suol

dirsi pesata (e verrà dimostro più innanzi) potrà farlo con monete metriche piemontesi o di Francia, con moltipli insomma o sottomoltipli della lira italiana. Infatti 500 centesimi, oppure 100 soldi cioè pezzi di rame da 5 centesimi, ovvero 100 pezzi d'argento da 2 lire, e così 100 detti da una lira, quando non sieno logori, pesano un chilogrammo. Nè questo è piccolo pregio del sistema metrico di fornire colle monete, elementi per misure d'estensione (§ 365) e di peso.

428. Misure di peso in alcuni paesi italiani.

		Libbra d'oncie	Libbra antica del rispettivo paese in Chilogrammi o Libbra metrica	Chilogrammo o Libbra metrica in Libbre antiche del rispettivo paese
Ancona	. . . .	12	0,3461	2,8890
Bologna	Libbra mercantile . .	12	0,3618	2,7635
	medicinale . .	12	0,3256	3,0706
Brescia	. . . .	12	0,3208	3,1170
Ferrara	. . . .	12	0,3451	2,8973
Firenze	. . . .	12	0,3392	2,9476
Forlì	. . . .	12	0,3294	3,0354
Genova	. . . .	12	0,3167	3,1567
Mantova	. . . .	12	0,3105	3,2203
Milano	. . . .	12	0,3267	3,0600
	Libbra grossa . . .	28	0,7625	1,3114
	Marco	8	0,2349	4,2553
Modena	. . . .	12	0,3404	2,9372
Napoli	. . . .	12	0,3207	3,1175
	Rotolo	33 1/3	0,8910	1,1223
Padova	Libbra sottile . . .	12	0,3388	2,9508
	Libbra grossa . . .	12	0,4865	2,0553
	Pergola	12	0,3272	3,0556
Parma	. . . .	12	0,3269	3,0582
Ravenna	. . . .	12	0,3478	2,8749
Reggio	. . . .	12	0,3245	3,0814
Roma	. . . .	12	0,3393	2,9468
Sinigallia	. . . .	12	0,3367	2,9698
Torino	. . . .	12	0,3688	2,7111
Urbino	. . . .	12	0,3232	3,0936
Venezia	Marco	8	0,2384	4,1928
	Libbra sottile . . .	12	0,3012	3,3197
	Libbra grossa . . .	12	0,4769	2,0964

429. In generale le misure di peso sono diverse pel commercio da quelle per le farmacie (§ 422). Considerando le sole libbre mercantili (escluse le grosse) ne' venti paesi italiani notati nel precedente Prospetto, trovasi essere il peso medio della libbra eguale a chilog. 0, 3332. La libbra maggiore dopo quella di Torino, ora sostituita dal peso metrico, è quella di Bologna eccedendo il medio di Cg 0, 0314, e la minore quella di Mantova per Cg 0, 0027; onde provasi che per adottare le misure metriche, ossia per avere uniformità di

pesi in tutta Italia, è solo da scemare per alcuni una differenza non superiore ai 31 grammi, e per altri d'aumentarne una non maggiore di 27 gr. Negli usi agronomici è di qualche importanza il peso della semenza, ossia ovuncoli de' bachi da seta. Quest'oncia, se bolognese o torinese è 30 gr. abbondanti, se mantovana sarà appena 26 grammi, e quando fossero ovuncoli della stessa varietà di bachi, se da quell'oncia di 30 gram. si hanno 36 mila bigatti, ne nasceranno soltanto 31 mila dall'altra di gr. 26. Ora 5 mila bachi possono dare 12 chilogrammi di bozzoli, che l'equivalente dell'oncia mantovana ricaverebbe di meno, supposte eguali tutte l'altre circostanze. È poi incredibile a dire come risulti quasi impossibile agli agricoltori il regolare le loro vendite secondo le indicazioni delle piazze commerciali, ove i prezzi hanno la maggiore influenza sui paesi stessi di originaria produzione. Inconveniente sensibile anco pei generi che si contrattano a misure di capacità; ma qui da me segnalato perchè massimo per quei generi prodotti realmente per essere in gran parte *esportati*, siccome *canape*, *sete*, *riso* ec. il cui commercio all'estero è stabilito sulle misure di peso.

430. MISURE DI PESO PRESSO PAESI ESTERI.

		Chilog.
ALESS. D'EGIT.	Rotolo fosforo il più usitato	0,4238
	Rotolo mina . . . . , ,	0,7569
	Oka = 400 dramme	1,209
	Un cantaro di caffè al Cairo pesa	47,017
ALGERI	Mitkal = 24 grani di karubs peso dell'oro . .	0,0046
	Rotl o libbra kebir o grande rotl = 72 oncie	0,9215
AMBURGO	Libbra = 2 marchi = 16 oncie = 32 loti = 128 dramme	0,4843
AMSTERDAM	Libbra di Brabante	0,4703
AUGUSTA	Libbra di commercio	0,4725
	Libbra detta Frohngewicht	0,4940
BERLINO	Libbra (dopo il 16 maggio 1816) = 32 loti = 128 dramme	0,4677
	Libbra vecchia	0,4684
BERNA	Libbra = 16 oncie = 32 loti = 128 dramme	0,5201
BRASILE	Alquiere della provincia di Maranham . . . (ed i pesi di Portogallo)	45,40
BRUSSELLES	Libbra (dopo il 1.° gennaio 1816)	1,000
CINA	Catty = 100 catty = 16 fails o lyang per le merci	60,0399
FRANCOFORTE	Libb. grossa = 2 marchi = 32 loti = 128 dramme	0,5053
LISBONA	Arratel o libbra = 2 marchi = 16 oncie = 128 otavas	0,4589
LONDRA	Pound *(libbra)* = 12 oncie = 240 Penny-weights	0,3732
	Tonn *(tonnellata)* = 20 quintali = 80 rubbi	1015,9388
MADRID	Libbra = 16 oncie = 128 dramme	0,4608
ODESSA	Libbra = 16 oncie = 32 loti . . . . , . .	0,5099

		Chilog.
Parigi	Tonnellata di mare = 2000 libbre	979,0117
Stoccolma	Libbra detta victualiepund o skolpund = 2 marchi = 32 lod = 128 grossi	0,4251
	Marco delle miniere	0,3578
Stoccarda	Libbra = 32 loti = 138 dramme	0,4676
Vienna	Saum *(soma)* = 250 Pfund *(libbre)* = 8000 lothe = 32000 quintel	140,0030
	Pfund libbra = 12 oncie = 24 lothe = 96 quintel (dramme)	0,4200

431. Le differenze nei pesi tra le diverse piazze commerciali, oltre gli errori, gl'inganni e le conseguenti contestazioni, svelano per avventura un difetto d'integrità di costume presso alcuni paesi. Per esempio Lione, la cui industria si esercita principalmente sulla seta, usava, per acquistarla, una libbra più grossa della libbra corrente, benchè ancor questa fosse minore di quella di Parigi. Senza far commento ulteriore, raccomanderò agli agronomi, dovendo far vendite fuori del proprio paese, di tralasciare nei loro contratti le parole *libbra, rubbo* ec. e se vonno evitare ogni rischio d'errare, o di essere ingannati, veggano di servirsi unicamente delle voci *chilogrammo, ettolitro, metro* ec. Così adoperando, non più quistioni nè di prezzi, nè di quantità. È solo da fare il facile calcolo per la riduzione delle misure del paese nelle metriche, al cui uopo soccorrono appunto i dati Prospetti. I quali per vero dire sono ben ristretti, se si vuol riguardare al numero de' volumi di cui compongonsi le tavole di Lohmaun pubblicate in Lipsia (1), ma non riusciranno al maggior numero degli agricoltori italiani, insufficienti del tutto.

Comparazione tra misure d'estensione e di peso.

432. Dal valore delle misure d'estensione risulta il peso dell'acqua come segue:

1	*millimetro* cubo d'acqua pesa		1 *milligrammo*
10	detti	pesano	1 *centigrammo*
100	detti	id.	1 *decigrammo*
1	*centimetro* cubo d'acqua pesa		1 *grammo*
10	detti	pesano	1 *decagrammo*
100	detti	id.	1 *ettogrammo*
1	*decimetro* cubo d'acqua pesa		1 *chilogrammo*
10	detti	pesano	1 *miriagrammo*
100	detti	id	1 *quintale* metrico
1000	detti	id	1 *tonellata* metrica

E in relazione alle capacità si ha che

1 millilitro	o centim. c. d'acqua pesa		1 *grammo*
1 centilitro	10 centim. c. d^a	id.	1 *decagrammo*

(1) Lohmaun. Tavole per la riduzione dei pesi, delle misure, e monete: pubblicate in Lipsia nel 1828 in tedesco e in francese.

1 decilitro	100 cent. c. d^a	id.	1 *ettogrammo*
1 litro	1 decim. c. d^a	id.	1 *chilogrammo*
1 decalitro	10 decim. c. d^a	id.	1 *miriagrammo*
1 ettolitro	100 decim. c. d^a	id.	1 *quintale* metrico
1 chilolitro	1000 decim. c. d^a	id.	1 *tonellata* metrica

433. **Ad esempio.** Se vogliasi sapere la capacità di un vaso il quale contenga chilogrammi 60, 45 d'acqua distillata, essendo il chilogrammo di acqua un decimetro cubo, ossia litro, i chilogr. 60, 45 sono = 60 decim. cubi più 450 centimetri cubi, ed = 60 litri e 45 centilitri. Se invece vogliasi conoscere il peso di 12 ettolitri e 4 decilitri d'acqua, dapoichè l'ettolitro è = 100 decim. c. = 100 chilogrammi, e il decilitro = 100 centim. cub. = 1 ettogrammo, saranno i 12 ettolitri e 4 decilitri d'acqua del peso di 1200 chilogrammi, e 4 ettogrammi.

434. Ma vi sono **riflessi da considerare** ne' rapporti tra il peso e il volume d'un corpo da non trascurarsi dall'agronomo, e dove occorrono per ispeciali materie o prodotti saranno rinsegnati. Intanto avvertasi al detto pel § 425. Una balla di canape del peso di 100 chilogr. ossia d'un quintale se sia del volume per esempio di due metri cubici, la stessa balla ridotta a volume di un solo metro cubico peserà più della balla voluminosa quant' è il peso del metro cubico d'aria. Una volta i mercatanti di seta comperavano i bozzoli e volevanli senza l'esterna loro borra, di poi hanno compreso che vi è piuttosto vantaggio nel peso comprandola con la detta borra onde il volume d'uno stesso peso di bozzoli si mantiene più esteso d'altro di bozzoli quali dicono pelati o netti da borra. Ma di ciò meglio al IX Libro.

[3] Misure di Tempo.

435. **Unità di tempo.** L'astro maggiore che per tutti gli umani risplende ha loro dato almeno l'unità di misura del tempo comune, che però varia per ogni diverse contrade del mondo per la varia lunghezza dei giorni. Questo subbietto collegandosi più direttamente alle nozioni astronomiche, di cui farò discorso al Cap. X noterò qui solo comporsi le unità di tempo, siccome è notissimo, del *secolo* per gl' intervalli di 100 anni, del *lustro* per quelli di 5, dell'*anno* per 12 mesi, del *mese*, della settimana, e del giorno. Gl' intervalli minori, per generale consentimento quasi ovunque trarsi dal giorno diviso in 24 *ore*, l'ora in 60 *minuti primi*, il minuto primo in 60 *minuti secondi*.

436. **Giorno.** Nè solo varia il giorno secondo la varia sua lunghezza nelle diverse contrade, ma per la scelta dell'istante in cui comincia. Tra un'alba e l'altra comprendesi il giorno, come tra due tramonti, tra due mezzodì, tra due eguali ore qualunque. Di più giorno esprime anche solo il tempo durante il quale il Sole c'illumina. Laonde i Greci chiamaronlo Νυχτήμερον *(die ac nocte)* comprendendo così l'intero periodo notte e giorno a scanso d'equivoci. Il qual *niclemero* ossia giorno completo sino da' più antichi popoli vollesi diviso in 24 ore.

437. **Giornata di lavoro.** Per l'agricoltore havvi altra unità di tempo da considerare, ed è la giornata di lavoro, della quale sarà più acconcio

ragionare nel Libro IX. Giova però sin d'ora osservare, circa la durata della giornata di lavoro che si può ritenere pel lavoro di più giorni, eseguirsene tanto in 9 ore come in 12. Un operaio (trattandosi di opera faticosa, di trasporti di terra ec.) se in giugno e luglio vi si occupi dalle 5 alle 7 del mattino, indi dalle 8 alle 11, poi lo riprenda dalle 3 sino alle 7 di sera, darà tal prodotto di lavoro quanto se travagli, come si suole, dalle 4 alle 8 del mattino poi dalle 9 all'un'ora, infine dalle 3 alle 7, benchè sieno 12 ore. Della quale proposizione si vedranno, ov' ho detto, le prove, per quantunque aritmeticamente si paia il 12 > 9. Similmente rispetto al numero de' giorni si ha ne' suoi effetti il 25 > 30. Imperciocchè il riposo della domenica è non solo giusto, e più che utile, ma necessario. Però l' altre feste non dovrebbero mai ridurre il numero de' giorni lavorativi dell'intero anno a meno di 280, altrimenti l'operaio perde per due modi: diminuzione della sua rendita, e aumento de' suoi consumi. Riflesso tanto più interessante inquantochè s' aggiugne una perdita di circa 40 a 50 giorni l'anno, per intemperie.

438. **Ore.** I Greci dividendo per 24 ore il *nictemero*, ne assegnarono 12 pel giorno effettivo, e 12 per la notte. Ore ad ogni giorno mutevoli, nell'inverno lunghissime di notte, e di giorno brevissime, e viceversa nella state. Uguali soltanto il 21 marzo e il 23 settembre. Gli Ateniesi, e gli Ebrei cominciavano il giorno dal tramonto come tuttora i Cinesi, e non ha molto gl'Italiani. Nella Siria, in Persia, in Babilonia, e nella moderna Grecia si comincia dal levare del Sole. Al X Capitolo è dimostrata la incertezza ed incomodo di questi sistemi, i quali richiedono ad ogni istante, come suol dirsi, di toccare il tempo. Però l'ultimo, rispetto agli agricoltori, come per tutte sorta d'operai ed uomini operosi, non aventi mal vezzo di guastar il tempo e bistornarlo facendo della notte giorno, sarebbe preferibile all'altro di cominciare il giorno dal tramonto. Il più regolare è il metodo arabo, contando l'ore dal mezzogiorno, come gli astronomi fanno, o dalla mezzanotte, siccom'è ormai ovunque usato.

439. La **divisione dell'ora** in 60 minuti primi, e d'ognuno di questi in 60 secondi, e via dicendo, è analoga alla divisione de' minuti in cui s'è convenuto dividere le circonferenze del circolo. Quando s' introdusse il sistema decimale, fondato sulla misurazione del meridiano terrestre, si tentò ridurre similmente a decimali la circonferenza del circolo, dividendola in 400 gradi, e ciascun grado in 100 minuti primi, e ogni minuto primo in 100 minuti secondi ec. Lo che probabilmente avrebbe tratto con se la divisione pure del tempo secondo analogo sistema. E conseguentemente la maggiore speditezza d'ogni specie di calcoli, avrebbe procacciato effettivo risparmio di tempo.

440. **La settimana** alcune volte per unità di tempo è pure adoperata. Da età remotissime è celebre la gran settimana della creazione del mondo, ed un immenso numero d'uomini, nel mestiere dell'operaio, vivono come suol dirsi alla settimana. Altrove ho detto dell'importanza da volgari uomini annessa al numero sette (§ 253). Però anche parecchi dotti tennero probabile una *periodicità settennale*, e gli abitanti delle grandi montagne opinano aumentare i ghiacciai durante sette anni, e decrescere nei sette successivi.

Al NERVANDIER, corrispondente dell'Accademia di Francia, parve rilevare il periodo settennario ne' traripamenti de' fiumi. Ma le osservazioni *meteoriche* (Libro II) non concordano in periodicità analoghe, e più poi i dati di fatto forniti dalle *idrologiche* (Libro III), come del resto la storia naturale smentisce le supposizioni di preferenza accordata a periodi di sette giorni, o di sette anni e simili sovr'altri di qualsiasi numero.

441. Sono moltissime le piante le quali fioriscono in ciascun mese, come sarà notato nel V Libro comprendente la BOTANICA AGRARIA. Il sommo Linneo compose pure una tavola dell'ora in cui schiudonsi alcuni fiori componendone l'orologio di Flora. Infatti in ogni clima trovansi piante le quali a costanti ore mostrano spiegati i loro fiori: ma di questi fenomeni sarà pur detto al medesimo Libro.

442. Al citato Cap. X riporterò le differenze dell'anno **tropico** dal **siderco** e dal **civile;** mentre al pure citato Libro IX e meglio al XV, sarà trattata la questione pratica ed economica dell'anno **rurale.** Non chiuderò quest'articolo senza osservare, che sarebbe utilissimo per non dire indispensabile lo stabilimento d' un orologio pubblico almeno in ogni parocchia di campagna. Non si economizza che ciò che si misura, e l'economia del tempo è la più preziosa di tutte, perchè nulla vale a rifare il **tempo perduto.**

[4] Misure di moneta.

443. Seguendo il costume antico e moderno, per l'unità metrica monetaria l'argento s'ebbe a preferire al rame ed all'oro. E la moneta fu detta *franco* in Francia e *lira* in Italia, componendola d'un pezzo d'argento del peso di 5 *grammi* al titolo nove decimi di fino. Riassumendo le unità metriche sono per le misure: lineare, il **metro;** superficiale usuale, il **metro quadrato;** superficiale agraria, l'**aro;** solida, il **metro cubo,** e lo **stero;** di capacità, il **litro;** di peso, il **grammo;** della moneta, la **lira** del peso di 5 grammi. Ma sia prima alcun cenno di ciò che nell'età più rimote tenne luogo di moneta.

444. Le monete più antiche ricordate dalla storia sono i *quattrocento sicli* di approvata moneta pubblica, contati da ABRAMO ad EFRON (1). Ed Aristotile dice: *la moneta non avea altro che grandezza e peso, indi vi fu impresso il segno per abbreviare i contamenti, e questo segno era indizio della quantità e valore della stessa moneta* (2). Prima della moneta vera metallica servivano a rappresentarla diverse materie di cui le principali sono le seguenti:

Pecore e Buoi presso NUMIDI, SCITI, TRACI, PELASGI e TARTARI: nè *eguali*, nè suddivisibili senza distruggerle, nè *conservabili* senza spesa.

Merluzzo secco: TERRA NUOVA: *eccessivo* peso, possibilità di *corruzione* ec.

---

(1) Appendit pecuniam..... *quadringentos siclos argenti monetæ publicæ* GENESI cap. 23 v. 16. Anche al v. 13 *Dabo pecuniam pro agro*, dice prima Abramo allo stesso Efron, per acquistar il campo da seppellirvi Sara.

(2) *Politicorum* Lib. 1°.

Cuojo: ANTICA ROMA, COSTANTINOPOLI nel 743, VENETI all'assedio di Tiro nel 1123, FEDERICO II assediando Faenza nel 1240, FRANCESI essendo re S. Luigi in Soria, OTTONE imperatore nel 966, non permettendo ai Milanesi altra moneta *nisi de corio facta:* variabile per umidità e calore: odore incomodo, facile contraffazione.

Conchiglie e gusci detti camis - ISOLE MOLDAVICHE, CEYLAN, alcune parti dell' INDIA e dell' AFRICA: senza valore intrinseco, di solo ornamento per popoli pescatori.

Terracotta: ROMA prima di Numa: molto peso e volume, facile a rompersi, impossibile a rifondere con parti rotte.

Sale: ABISSINIA, ETIOPIA: eccessivo peso e volume in confronto al valore, deliquescenza.

Pietre gemme; ORIENTE valore eccessivo. indivisibilità, impossibile il farvi impronto.

Piombo: INDIE ORIENTALI, molto peso e volume; mollezza ed ossidazione, onde facile a perdere il conio.

Stagno: INDIE ORIENTALI, poco valore, molta fusibilità.

Ferro in barre: SPARTANI, BRITANNI, AFRICANI antichi: molto peso e volume, difficoltà di trasportarla, necessità di grandi locali per custodirla.

Ferro in chiodi: SCOZIA: molto peso e volume.

Tabacco: VIRGINIA: molto peso e volume, variabile nel valore.

Zucchero: Colonie INGLESI nelle INDIE ORIENTALI: inconvenienti come nel tabacco.

Altri vegetabili: In alcuni paesi d'America, usano frutti di cacao, nell' Indie anco mandorle di *lar*: ma tutte le materie vegetali hanno difficoltà di eguaglianza per differenza di peso e di volume, incomodo di conservazione, cambiamenti ne' valori negli anni di penuria. L'ettolitro di frumento avrebbe un valore anche quadruplo che negli anni abbondanti ec. I contadini poveri sono perciò sempre nella miseria perchè onde pagare ogni ettolitro di grano preso a prestanza negli anni cattivi, deono venderne tal quantità nell'anno migliore, che questo riesce per loro un anno egualmente magro e così perdurano in povero stato.

445. Ma presso i moderni, la moneta veramente tale, è di metallo con dimensioni, peso, ed impronte speciali. Tuttavia presso alcuni popoli si riduce ancora a pezzi d'argento e d'oro come nella China, nell' Abissinia ec. pesandone la quantità convenuta in cambio della merce così permutata. Però gli stessi annali della China riferiscono essersi colà battuto moneta di rame per comodo del commercio sin sotto l' impero di Houng-ti, cioè venti secoli prima dell'era cristiana. E Diodoro racconta che in Egitto si tagliavano le mani ai falsi monetari (1). Ma è indifferente per l' agronomo il sapere la

(1) La prima moneta d'argento coniata in ROMA fu l'anno 484 di ROMA stessa, essendosi usato sin allora il rame. « Invalse poi il nome di *moneta*, perchè quest'ar- « gento coniavasi nel tempio di Giunone Capitolina alla quale erasi attribuito il so- « pranome di *Moneta* perchè nella guerra contro *Pirro*, e contro i Tarentini, venuti i « Romani a lei per consiglio intorno alla mancanza del necessario danaro rispose; « che questo non verrebbe meno a chi coltivasse la giustizia e l'armi » TITO LIVIO 2. Dec. Lib. V. p. 162.

data dell'invenzione di coniare moneta, e se Omero allorchè disegna dei valori di cose coll'espressione che valevano otto, dieci, o cento buoi si riferisse a veri animali o a monete che ne portassero l'impronta. Delle altre nozioni più interessanti circa la moneta sarà detto all' VIII Libro: ora solo di quelle attinenti al subbietto.

446. **Rame.** Per le minime e copiose merci di giornaliero uso del popolo, valendosi di metalli detti *nobili* sarebbero necessari pezzi, 1° troppo piccoli, 2° troppo dispendiosi da fare, 3° troppo presto consumabili pel continuo logoramento. Quindi la sostituzione delle monete di rame. Ma perchè la spesa di *monetazione* del rame sta a quella dell'argento circa :: 25 : 2, ne consegue che la moneta di rame non può avere un valor intrinseco di metallo come l'argento. Oltracciò la circolazione e quindi il consumo è assai maggiore. Il rame può dirsi la moneta del popolo, mentre l'oro e l'argento sonosi arrogati il titolo di nobili, perchè agli agiati più comunemente pertengono. Ma la calamità pubblica è assai maggiore quando manchi il rame anzichè l'oro e l'argento. Quando le monete di minor prezzo scarseggiano, i mercadanti a minuto, o bottegai rifiutano di cangiar le monete di maggior valore quando non si comperi in quantità spesso più dell'occorevole, e non si perda sul resto della grossa o dicasi *spiccia* moneta. Nelle campagne il disordine cresce ancor più dannosamente, perchè il possidente, il fattore, il capo d'opere, il fittajuolo, l'appaltatore ecc. dovendo a fine di settimana saldare i salari delle giornate di lavoro agli operai, hanno d'uopo di molta minuta moneta alla mano.

447. **Bronzo.** In generale però le monete di rame, anche le metriche, sono mal coniate, senza regola di diametro, di peso, di tipo e di lega. Più volte si propose di sostituire col bronzo il quale è meno pesante, meno alterabile, ed ammetterebbe perfezione di lavoro, tale da rendere più difficili le falsificazioni.

448. **Argento.** Di questo metallo è ordinariamente la moneta che forma l'unità del denaro perchè in piccolo volume ha il valore di molto rame, nè si altera naturalmente, e poco per l'uso si consuma. Come l'oro, il suo valore intrinseco, dipende al pari d'ogni altra merce, dalla sua utilità ne' domestici usi, dalla sua rarità, dal costo d'estrazione dalle miniere.

449. **Oro.** Questo bel metallo non dispiacque anche agli antichi. Rachele portò con seco le statue d'oro del padre quando andò sposa a Giacobbe: gli Ebrei fecero d'oro il vitello che adorarono non come bestia, ma perchè d'oro. La sua bellezza, l'inalterabilità, la malleabilità e duttilità sovra gli altri metalli, gli danno il pregio che diviene poi tanto maggiore quant'è più la sua rarità. La produzione generale delle miniere al 1848 era secondo dati officiali, nell'

America	Marchi	85,553
Asia	»	44,409
Africa	»	16,400
Europa	»	4,736
	Marchi	151,098 o chilogr. 36982.

L'odierna raccolta dell'oro nativo in California avrà qualche influenza

nel fare discendere il valore delle monete d'oro in confronto delle altre: ove di molto dovesse diminuire, toglierebbe il vantaggio e il comodo di potere con discreto peso e volume rappresentare valori considerevoli.

450. **Platino.** In Russia, scopertesi miniere copiosissime di platino, e perfezionata l'arte di renderlo malleabile, se ne fece una moneta nel 1828, una seconda nel 1829, e nel 1830 se ne posero in circolazione di tre specie, cioè da 3, da 6 e da 12 rubli d'argento; ma rimasero di solo uso nell'interno dell'impero. Quando fossero da rifondere, o per lo scoprirsi di molte miniere abbondanti di platino, dovessero ridursi in verghe con la fusione sarebbe assai più difficile e costoso che non il farlo colle monete d'oro, le quali perciò hanno escluso la diffusione di quelle di platino.

451. **Monete antiche.** I Babilonesi e i Caldei aveano *talenti* e *mine*, di cui 60 componevano il *talento*, ed eguagliavano 62 *mine* attiche, come la dramma babilonese era un sesto maggiore della greca. Secondo il LETRONNE, le monete greche avrebbero avuto il peso e valore seguente:

Dramma	Chilogr.	0,0043	Valore	lir.	0,92
Mina	»	0,4362	»	»	91,66
Talento	»	26,175	»	»	5500,

L'oro presso i Greci valeva solo 10 o 12 volte come l'argento. Gli Ebrei, oltre la mina e l'obolo, aveano il siclo di cui 300 formavano il talento da essi chiamato *kickar*. I Romani contavano a denari, sesterzii, lire e talenti. Il talento d'oro e d'argento, quando grande, conteneva e valeva 32000 sesterzii; quando piccolo, soli 24000. Il LETRONNE stabilisce il valore del denaro romano a' tempi della repubblica a lire 0,819, e sotto gl'imperatori sempre diminuito sino a lire 0,708.

452. **Proporzione di valore tra i diversi metalli.** Il rapporto di valore del chilogrammo d'un metallo *monetato*, confrontato a un chilogrammo d'altro metallo pure *monetato* è differente ne' varii paesi:

In ITALIA	si ha il valore dell'oro a quello dell'argento	:: 15,50 : 1
INGHILTERRA	. . . .	:: 14,28 : 1
FRANCIA	. . . .	:: 15,50 : 1
BELGIO	. . . .	:: 15,79 : 1
SPAGNA	. . . .	:: 15,75 : 1
PORTOGALLO	. . . .	:: 15,48 : 1
RUSSIA	. . . .	:: 15,00 : 1
STATI UNITI	. . . .	:: 15,98 : 1

In Francia un chilogrammo di moneta costava di fabbricazione, perdite ec. o meglio la differenza tra il valore intrinseco e il nominale era di franchi 9 per l'oro, e 2 per l'argento, di poi ridotta per l'argento a franchi 1, 50 centesimi.

Ma le monete d'oro d'ordinario si spendono, o si vendono un di più, il quale dicesi *agio*, e cangia secondo le circostanze, come tutte le merci del mondo. Del resto il valore dell'oro e dell'argento ancor più, sono diminuiti, perchè la materiale loro quantità crebbe. Tre secoli addietro l'oncia d'oro vendevasi lire 16, soldi 5 denari 4, e l'oncia d'argento lire 1 soldi 12; perciò l'oncia d'oro valeva allora 10 once d'argento, mentre di presente ne vale 15,5.

453. Nel seguente Prospetto notansi le monete metriche, distinte secondo il loro metallo, valore, peso e diametro.

Prospetto delle Monete metriche.

METALLO	VALORE	PESO legale esatto, in grammi	Tolleranza in mill. del peso	PESO con tolleranza		Numero de' pezzi per fare il peso d'1 chilogrammo	DIAMETRO in millimetri
				in più	in meno		
RAME	1 *centesimo*	2	20	2,04	Senza tolleranza in meno	500	19
	2 »	4		4,08		250	22
	3 »	6		6,12		166 0/0	23
	5 » *(soldo)*	10		10,20		100	27
	10 cent. (con 1/10 d'argento)	20		20,40		500	19
ARGENTO	20 centes.	1	10	1,01	0,99	1000	15
	25 »	1,25		1,2625	1,2375	800	15
	50 »	2,50	7	2,5175	2,4825	400	18
	1 LIRA	5	5	5,025	4,975	200	23
	2 »	10		10,05	9,95	100	27
	5 » *(Scudo)*	25	2	25,075	24,925	40	37
ORO	10 Lire	3,22580	2	3,23225	3,21935	310	18
	20 »	6,45161		6,46451	6,43871	155	21
	40 »	12,90322		12,92903	12,8774	77 1/2	26
	50 »	16,12902		16,16128	16,09675	62	27
	80 »	25,80644		25,85806	25,7548	38 3/4	33
	100 »	32,25800		32,32256	32,19350	31	35

454. **Avvertenze.** Quando si adoperano monete per trovare la lunghezza del metro (§ 365), è d'uopo che non abbiano lettere di rilievo nell'esergo, o che le lettere non si tocchino fra moneta e moneta; e l'avvertenza vale anche per le monete da 1 lira e da 2 lire con rilievi striati nel contorno. Circa al peso, benchè la tolleranza possa indurre alcuna minima differenza, tuttavolta quasi sempre si compensa, essendo tanto in più come in meno.

455. La prima moneta metrica fu coniata nel 1803 in Francia. L'unità *lira* o *franco* divisa in *decimi* e *centesimi* di lira. I suoi moltipli e sottomoltipli sono il 10 e il 100, ma divisi per 2 e per 5 (soli divisori del 10), onde i pezzi da 50 lire, da 20 lire, da 5 e da 2; e nella progressione discendente i pezzi da 50 centesimi, da 20 centesimi, da 5 e da 2.

456. **Titolo.** I lavori del CAVENDISH e dell'HACHETT in Inghilterra, e sperienze fatte nel 1790 dall'Accademia delle Scienze in Francia fecero conoscere che la lega al dodicesimo è la più durevole a resistere al confricamento. Per la moneta metrica d'argento e d'oro si adottò il decimo, componendola di 900 millesimi di metallo puro e 100 di lega, e il suo titolo è perciò detto al 900. Per questo modo accostandosi alla composizione che procaccia la maggiore durata, rimane in armonia col sistema di numerazione decimale, semplifica i calcoli nella sua fabbricazione, per la quale si accordano due millesimi di tolleranza di cui più innanzi al § 460.

457. **Peso.** Il peso de' pezzi di monete d'argento è stabilito sul grammo,

e possono perciò servire di peso normale come si rileva dal Prospetto § 453. Essendosi dato all'oro un valore come 15 1/2 d'argento non potevano riuscire le monete d'oro in peso di numeri interi di grammi. Però 155 monete d'oro da 20 lire pesano un chilogrammo. E un sacco di mille lire pesa 5 chilogrammi, come 200 pezzi da 20 lire, ovvero 100 da 40 lire. Oltre i corrispondenti pesi indicati al citato Prospetto § 453, coll'avvertenza indicata al § 454.

458. **Diametro.** Nello stabilire le dimensioni delle monete era convenevole dare loro diversi diametri secondo i diversi valori, e difatto dal Prospetto § 453 emergono poche eccezioni, e se il pezzo di 2 lire ha il diametro del soldo, la differenza del metallo e del conio si è tenuta sufficiente per distinguerli. Tuttavolta la scala stessa dei diametri poteva stabilirsi assai più regolare. Il più importante nondimeno, è la rigorosa eguaglianza per le stesse monete di pari metallo, e valore, ancorchè sieno coniate in diversi luoghi.

459 **Fabbricazione delle monete.** Chiamasi *lega* il composto risultante col fondere insieme due o più metalli; ma per *lega* esprimesi anche semplicemente la quantità di metallo di poco valore che si unisce in determinata porzione al metallo più fino. Per due ragioni si mescola rame all'oro ed all'argento: 1.° per renderli più duri ed atti a resistere al fregamento; 2.° per equiparare le spese di fabbricazione, la quale consiste nel dare alle pezze le dimensioni, il peso, il titolo e l'impronto stabiliti dalla legge. Quanto meno si prevale della facoltà concessa sotto nome di *tolleranza*, tanto più la fabbricazione è perfetta. E dovrebbe esserlo mai sempre e dovunque. Oltrecchè la *tolleranza* in proporzione eccessiva è frode di governo come la moneta erosa, e il dovere di moralità pubblica non dee consentire sì dannevoli esempi in faccia al popolo; non esistono falsi monetarii, se non perchè sono primi falsarii i governi quando impongono a monete valori che non hanno. Se il falsario vuole spacciare un pezzo di rame dorato per moneta d'oro, realmente inganna i terzi che la ricevono: se invece rifà monete erose, come quelle del governo, usurpa un di lui abusato diritto, ma in faccia ai terzi peggio non fa che imitarlo. Quando anche esistono necessità di suprema salute, la moneta erosa è tanto peggior male in quanto che il danno ricade pressochè tutto sulle classi meno agiate del popolo.

460. **Tolleranza**. La *tolleranza* è il lievissimo errore che la legge ritiene inevitabile di dovere accordare sia in eccesso o in difetto, tanto sul *peso* che sul *titolo* delle moneta. Quando le monete non eccedono i limiti prescritti a quel difetto od eccesso, non cessano di essere legali, come se avessero esattamente il *peso* e il *titolo* prescritti. La tolleranza di peso è proporzionale al peso della specie di monete; quella di titolo è costante per le monete di eguale metallo, dovrebbe anzi essere uniforme tanto per l'oro che per l'argento, non essendovi ragione sufficiente di fissarla al due per mille per l'oro, ed al 3 per l'argento. Allorchè fosse stabilito il due, per l'uno e per l'altro metallo, si avrebbe il solo dato che il titolo deve essere fra 0,898 e 0,902. Gli antichi repubblicani di Roma componeano il *denaro* romano così lontano da ogni tolleranza che uno del peso di grammi 60,06

diede all'analisi 59,68 di argento 0,29 di oro, e 0,09 di rame, quale spesse volte ritrovasi presso a poco la composizione dell'argento nativo.

461. **Valore alla pari.** Il valore alla pari delle monete, o la pari intrinseca e metallica, è il principale elemento della pari del cambio, della pari razionale e della pari commerciale. Si ottiene paragonando le monete di due paesi sotto il rapporto della quantità di metallo puro ch'esse contengono rilevato dal peso legale moltiplicato pel titolo legale. La pari commerciale, comprendendo il prezzo d'*agio* de' metalli secondo le piazze, e le spese, diritti e commissioni inerenti alle negoziazioni, è sempre più alta della pari *monetaria*. Una sovrana d'oro d'Inghilterra, di 20 schellini è di peso grammi 7, 980855, e di titolo legale 0,917. Dunque contiene di metallo puro, grammi 7,980855 × 0,915 = grammi 7,318444. La moneta di 20 lire al titolo legale di 0,900 e del peso di grammi 6,45161 contiene invece di metallo puro, grammi 6,45161 × 0,900 = gr. 5,80644. Quindi si fa la proporzione:

$$\div\ 5{,}806449 : 20 :: 7{,}31844 : x$$

$$\text{ed } x = \frac{20 \times 7{,}31844}{5{,}806449} = 25{,}2079$$

che sarà il valore alla pari della sovrana inglese, cioè 25 franchi e 20 centesimi.

Lo schellino nuovo d'argento d'Inghilterra, pesa gr. 5,65 al titolo di 0,925, perciò contiene gr. 5,65 × 0,925 = gr. 5,226 d'argento fino. La lira è 5 grammi al titolo di 900, cioè contiene d'argento puro grammi 5 × 0,900 = 4,500: quindi

$$\div\ 4{,}500 : 5 :: 5{,}226 = x$$

$$\text{ed } x = \frac{5 \times 5{,}226}{4{,}500} = 1{,}16$$

cioè lo schellino inglese vale d'Italia lire 1 e cent. 16.

462. **Valore per chilogrammo.** Le monete de' varii paesi non si accettano in quelli ove non hanno corso, che al peso, sia nelle zecche sia dagli orefici ed argentieri. Il peso varia pel titolo, per la maggiore o minore esattezza di *monetazione*, pel logoramento, e qualche volta per maliziosa sottrazione nella sua superficie. Ne' seguenti Prospetti (§ 463 e seguenti) è il valore del chilogrammo delle più comuni specie di monete, secondo il loro titolo riconosciuto. Per la moneta metrica il chilogrammo d'argento contiene 900 grammi d'argento fino e 100 di rame. Se 900 grammi d'argento puro *monetato* valgono lire 200, il chilogrammo d'argento fino monetato varrà lire 222,222. Il grammo d'oro fino monetato valendo lire 3,444, il chilogrammo d'oro fino monetato vale lire 3444,444. Riassumendo, nella moneta metrica

il chilogrammo d'argento *monetato* vale lire 200
» d'oro *monetato* . . . » 3100

Il valore complessivo delle monete metriche coniate in Francia dal 1793 a tutto il 1849 è il seguente:

Oro.	**Argento.**
Franchi 1.244.160.600,00	Franchi 4.302.461.067,65

Totale complessivo fr. 5.546.620.667. cent. 65.

§ 463. PROSPETTO
DI MONETE ITALIANE.

Paesi	Metallo	Denominazione delle Monete	Peso legale	Titolo legale	Valore delle Monete	Titolo della tariffa	Valore del Chilogr.
MILANO	ORO	40 ll. Regno d'Italia	12,903	900	40,00	900	3094 00
		20 ll. id.	6,451	900	20,00	900	3094 00
		Sovrana dopo 1823.	11,332	900	35,13	900	3094 00
		1|2 sovrana . . .	5,666	900	17,56	900	3094 00
		Doppia	6,320	908	19,76	906	3114 63
		Corrono pure le monete austriache.					
VENEZIA	»	Osella	13,969	1000	48,11	996	3424 03
		Zecchino	3,452	1000	11,89	996	3424 03
TOSCANA	»	Ruspone del reg. d'Etr.	10,464	1000	36,04	993	3413 71
	ARG.	Francescone da 10 paoli	27,507	917	5,61	910	200 71
		Scudo del regno d'Etr.	39,443	958	8,40	957	211 07
		Lira			0,84		
ROMA	ORO	Doppia	5,471	917	17,28	909	3124 94
		Zecchino	3,426	1000	11,80	994	3417 15
	ARG.	Scudo da 10 paoli .	26,437	917	5,36	910	200 71
		Scudo della repubblica romana 1799 . . .	»	»	5,29	»	»
BOLOGNA	ORO	Doppia	5,471	917	17,28	909	3124 94
	ARG.	Scudo	26,437	917	5,41	910	200 71
GENOVA	ORO	Genova di 96 lire .	25,177	911	79,00	909	3124 94
		Zecchino	3,487	1000	12,01	995	3420 59
	ARG.	Scudo della Croce .	38,402	995	8,15	957	211 07
		Madonnina doppia .	9,030	833	1,67	830	183 06
		Scudo della rep. ligure	33,250	889	6,57	»	»
PIEMONTE	ORO	20 ll. detto *Marengo* an 9	6,451	900	20,00	900	3094 00
		80 id. dal 1816 . .	25,806	900	80,00	900	3094 00
		da 40 ll. in proporzione	»	»	»	»	»
	ARG	Scudo da 5 lire (Gallia Cisalpina anno 9) .	25,00	900	5,00	904	199 38
		» di Sardegna, 1816.	»	»	»	»	»
	»	Lira nuova . . .	5,00	900	1,00	id.	»
SICILIA	ORO	Oncia di Sicilia dal 1748	4,399	906	13,73	439	114 69
		» colla leggenda (Hispaniae infans) . .	4,408	859	13,04	854	2935 86
	ARG.	Scudo di 12 tarini, o 120 grani (1818)	27,533	833	5,10	840	182 40
NAPOLI	ORO.	Doppia di 60 carlini (di D. Carlos). . .	8,799	874	26,49	871	2994 30
		20 ll., di Murat . .	6,452	900	20,00	»	»
		3 Ducati, o oncia nuova	3,787	996	12,99	»	»
	ARG.	Ducato di Carlo VI.	21,777	906	4,38	903	199 16
		Ducato reale . . .	22,943	833	4,24	id.	id.
		Scudo da 5 lire (Murat)	25,000	900	5,00	904	199 38
		12 Carlini da 120 grani, dal 1804	27,533	833	5,10	»	»
PARMA	»	Lira di 10 soldi. 1790 e monete decimali.	. . . .	. .	0,34	. . .	. . .
LUCCA	ORO	Doblone	. . . .	. .	17,87	. . .	. . .
	ARG.	Scudo	. . . .	. .	5,35	. . .	. . .
		Lira	. . . .	. .	0,71	. . .	. . .
		Borbone	. . . .	. .	0,42	. . .	. . .
MODENA	»	Scudo da 5 lire 1782	. . . .	. .	1,32	. . .	. . .
		Scudo del 1796	. . . .	. .	4,13	. . .	. . .

161. Aggiungo distinto ragguaglio delle monete de' paesi Italiani che più interessano, affine di conoscere il valore degli spezzati e monete di rame, di cui si compone la moneta che serve d'unità.

Venezia

LIRA	SOLDI	DENARI O PICCOLI	DECIMI	LIRE METRICHE
1	20	240	2400	0,51200
	1	12	120	0,02560
		1	10	0,00213
			1	0,00021

Milano

SCUDO	LIRE	SOLDI	DENARI	LIRE METRICHE
1	6	120	1440	4,6080
	1	20	240	0,7680
		1	12	0,0384
			1	0,0032

Firenze

SCUDO	LIRE	SOLDI	DENARI	LIRE METRICHE
1	7	140	1680	5,8800
	1	20	240	0,8400
		1	12	0,0420
			1	0,0035

Bologna

SCUDO	LIRE	PAOLI	SOLDI O BAIOCCHI	QUATTRINI	DENARI	LIRE METRICHE
1	5	10	100	500	1000	5,3900
	1	2	20	100	200	1,0780
		1	10	50	100	0,5390
			1	5	10	0,0539
				1	1	0,0108

Roma

SCUDO	PAOLI	BAIOCCHI	QUATTRINI	LIRE METRICHE
1	10	100	500	5,3900
	1	10	50	0,5390
		1	5	0,0539
			1	0,0108

Napoli

DUCATO	PATACCHE	TARI'	CARLINI	GRANA	LIRE METRICHE
1	2	5	10	100	4,1600
	1	2 1/2	5	50	2,0800
		1	2	20	0,9320
			1	10	0,4160
				1	0,0416

165. PROSPETTO
DI MONETE ESTERE.

Paesi	Metallo	Denominazioni delle Monete	Peso legale	Titolo legale	Valore delle monete	Titolo della tariffa	Valore del Chilogr.
AMBURGO	ORO	Ducato d'Amburgo .	3,488	979	11,76	978	3362 15
	ARG.	Scudo antica costit.	29,233	889	5,78	879	193 87
		Marco	9,164	750	1,88	»	»
ANNOVER	ORO	Ducato di Giorgio I .	3,452	1000	11,89	995	3420 59
		Ducato del 1839 . . .	12,992	781	34,95	894	3073 37
	ARG.	Scudo di Annover . .	29,213	878	5,70	879	193 87
		Scudo (convenzione 1838)	18,560	900	3,71	879	198 50
ASSIA DAR.	ARG.	Gulden, o fiorino di 60 carant.	10,606	900	2,12	900	198 50
ASSIA ELET.	ORO	20 fr. di Westfalia .	6,451	900	20,00	900	3094 00
	ARG	Scudo di conven. . .	37,120	900	7,42	900	198 50
		Tallero	18,560	900	3,71	900	198 50
AUSTRIA	ORO	Ducato imp. di Giuseppe II	3,490	984	11,81	980	3369 02
		Sovrana (del 1749) .	11,112	919	35,17	915	3145 57
	ARG.	Risdallero dell'imp. .	28,735	878	5,61	879	193 87
		Id. di convenzione dal 1753. . . .	28,074	833	5,19	837	184 60
		20 Carantani	6,639	583	0,86	586	129 25
		10 Carantani	3,898	500	0,43	498	109 84
		12 Carantani	3,898	500	0,43	498	109 84
BADEN	ORO	Fiorino di Bade-Dourlach	3.490	986	11,85	757	2602 40
	ARG.	Scudo di convenzione di 2 talleri	37,120	900	7,42	745	198 50
BAVIERA	ORO	Ducato di Baviera . .	3,490	786	11,85	980	3369 02
	ARG.	Scudo, o risdallero .	28,064	833	5,19	830	183 06
		Fiorino di 60 carant.	10,606	900	2,12	734	198 50
BELGIO	ORO	Doppia sovrana . . .	11,141	919	35,26	915	3369 02
		Leone d'oro 14 fiorini	8,286	917	26,17	915	3145 57
		25 franchi del 1847 .	7,915	900	24,54	887	3094 00
		40 franchi (20 in proporzione)	12,903	900	40,00	887	3094 00
		10 fr. (del 1847) . . .	3,166	900	9,82	887	3094 00
	ARG.	Ducatone di Luigi . . (da 5 fr.; 2,50; 1,50 ec.)	29,532	873	5,73	876	193 21
BRASILE	ORO	20,000 reis, peso 5 ot. 22 quil.	17,926	. .	56,60	. .	. . .
	ARG.	2,000 reis	25,495	96 2/3	5,19	. .	. . .
		1,000 reis	12,747	96 2/3	2,60	. .	. . .
BRUNSWICH	ARG.	Risdallero di conven.	28,064	833	5,19	901	3097 44
COLONIA	ORO	Ducato	3,490	986	11,85	980	3369 02
DANIMARCA	ORO	Cristiano d'oro 1847	6,735	903	20,95	871	2994 30
		Federico del 1848	6,60	896	20,32	896	3080 25
	ARG.	Risdallero corrente .	26,800	833	4,96	827	182 40
		Marco danese di 16 scellini	»	688	0,75	827	182 40
		Dollaro	15,162	833	2,80	827	182 40
EGITTO	ORO	Zecchino	2,600	750	6,71	. .	. . .
	ARG.	Grouch o piastre di 40 paras	2,900	461	0,30	. .	. . .

Paesi	Metallo	Denominazione delle Monete	Peso legale	Titolo legale	Valore delle monete	Titolo della tariffa	Valore del Chilogr.
FRANCFORT	ORO	Ducato *(ad legem imperii.)*	3,490	986	11,85	980	3369 02
	ARG.	Gulden o fiorino di 60 carantani	10,606	900	2,12	980	198 50
FRANCIA	ORO	Luigi ridotto col decreto 1810	7,648	917	24,15	900	3094 00
		40 franchi	12,903	900	40,00	900	3094 00
		20 franchi	6,451	900	20,00	900	3094 00
		10 fr. del 1848 . . .	3,225	900	10,00	900	3094 00
	ARG.	Scudo (editto 1720) .	13,591	917	4,81	917	202 25
		Scudo (id. 1726) .	29,488	917	6,01	911	200 93
		Id. della rep. 1793 .	29,488	917	6,01	911	200 93
		Lire tornesi (an. IV)	. . .	. .	99	. .	. . .
		5 fr. (da 2, da 1, da 50 c., 25 c., 20 c. in proporzione.)	25,500	900	5,00	953	198 50
GRECIA	ARG.	Fenice (capo d'Istria)	4,476	900	0,90	978	198 50
		5 drachme (Ottone) .	22,385	900	4,48	978	198 50
INGHILTER.	ORO	Ghinea di 21 scellini	8,380	917	26,47	916	3149 00
		Sovrana di 20 id.	7,981	917	25,21	916	3149 00
		Lira sterlina	7,981	750	25,21	748	2571 46
	ARG.	Crown, o corona di 5 scellini	30,074	925	6,16	923	203 57
		Corona dal 1818 . . .	28,251	925	5,81	923	203 57
		Scellino	5,650	925	1,16	923	203 57
		Scudo, o dollaro (Giorgio III)	26,717	893	5,32	896	197 62
MALTA	ORO	Doppio Luigi di Em. di Rohan	16,572	843	48,12	840	2887 73
	ARG.	Scudo, o oncia di 30 tarini	29,683	853	5,49	834	183 94
MOGOL	ORO	Roupie, o segni del Zodiaco	10,889	1000	37,51	998	3430 90
		Roupie di Schah-Alem	12,340	980	41,65	979	3365 58
	ARG.	Roupie, o segni del Zodiaco	. . .	. .	2,42	. .	. . .
		Zanon delle Indie . .	. . .	. .	0,31	. .	. . .
NORVEGIA	ARG.	Mark, ort, o 24 shillings	5,790	875	1,12	882	192 99
OLANDA	ORO	Ducato d'Olanda . . .	3,482	982	11,78	978	3362 15
		Ryders	9,940	917	31,40	916	3149 00
		Da 10 fiorini (Luigi Napol.	6,729	900	15,70	916	3090 56
	ARG.	3 fiorini	31,550	910	6,38	911	200 92
		3 fiorini del 1818 . .	32,298	898	6,41	897	197 84
		2 1/2 gulden, o fiorini 1848	25,000	947	5,26	944	208 20
PERU'	ORO	Quadrupla	27,045	901	83,93	897	3083 69
PORTOGAL.	ORO	Dobrao di 20,000 reis	53,699	917	169,61	914	3142 13
		Lisbonina di 4000 reis	10,752	917	33,96	914	3142 13
		Dobra di 12,800 reis	28,629	917	90,43	914	3142 13
		Corona da 22 caruti 5000 reis	9,561	917	30,16	914	3152 44
		Millerée (possessi d'Africa)	1,275	917	4,03	914	3152 44
	ARG.	Cruzade nuova di 480 reis	14,633	903	2,94	900	198 50
		Corona d'argento 11 denari	29,608	917	6,03	900	202 25

Paesi	Metallo	Denominazione delle Monete	Peso legale	Titolo legale	Valore delle Monete	Titolo della tariffa	Valore del Chilogr.
PRUSSIA	ORO	Federico dal 1752	6,682	986	20,78	897	3083 69
	ARG.	Scudo o Tallero	22,273	750	3,71	897	3083 69
		Tallero comune agli Stati del Nord. . . .	19,488	750	3,25	354	165 42
RUSSIA	ORO	Ducato del 1763. . .	3,473	969	11,59	973	3344 96
		Imperiale di 10 Rubli.	16,585	969	52,38	915	3145 57
	ARG.	Rublo di 100 Kopecks.	25,870	802	4,61	792	174 67
		Rublo 1849.	20,724	868	4,00	874	192 77
SASSONIA	ORO	Augusto, o 5 Talleri.	6,670	986	20,75	904	3369 02
SIERRA LEONA	ORO	Dollaro o 10 macoutes	26,500	816	4,81	820	180 86
SPAGNA	ORO	Quadruplo del 1772. al 1786	27,045	901	83,93	893	3069 94
		Piccolo scudo d'oro o veinten	1,753	902	5,46	902	3100 88
	ARG.	Doblones d' Isabella di 100 reali	27,045	917	5,49	910	200 71
		Piastre coi globi messicani e sivigliani .	27,045	903	5,43	900	198 50
		Duro di 20 reali o piastre (1848)	26,290	900	5,25	812	198 50
		Real	1,314	900	0,26	812	198 50
STATI UNITI	ORO	Doppia aquila di 10 dollari	17,480	917	55,21	913	3138 69
		20 dollari o doppia aquila (1849)	33,435	917	103,64	913	3138 69
	ARG.	Dollaro o 100 cent. (1837)	26,729	900	5,34	900	3094 00
		10 cent	2,672	900	0,53	900	3094 00
SVEZIA	ORO	Ducato	3,482	976	11,70	975	3351 83
	ARG.	Risdallero di 48 shillings	29,508	878	5,75	882	194 53
		Spéciès riks-daler, o scudo nuovo	33,925	750	5,66	882	165 42
SVIZZERA	ARG.	Da 5 fr. (1850) . .	25,000	900	5,00	904	199 38
	BILL.	20 cent. o 20 rappes.	3,250	150	010,8	904	199 38
TURCHIA	ORO	Zecchino d' Abd-el-Hamid 1774	2,642	875	8,72	969	3331 21
	ARG.	Altmichlec di 60 paras	28,882	550	3,53	819	2815 54
WURTEMBERG	ORO	Ducato del 1744 . . .	3,490	986	11,85	980	3369 02
		Fiorino o carolino . .	9,744	771	25,87	767	2636 78
	ARG.	Risdallero o scudo	28,064	833	5,19	837	184 60
		Scudo del 1838 . . .	37,120	900	7,42	837	198 50
		Tallero	19,488	750	3,25	439	165 42

466. Per trovare la pari d'una moneta d'oro straniero indichisi con t il titolo con p il peso: sarà pt il peso in oro fino. Quello del pezzo da 20 lire essendo 5,806 449 si fa la proporzione

$$5,806\ 449 : 20 : : pt : x = \frac{20 \times pt}{5,806449} = 3\ \frac{4}{9}\ pt = \frac{31}{9}\ pt$$

cioè bisogna moltiplicare il peso pel titolo, e per 31 diviso per 9

Aggiugnerò pure i ragguagli speciali delle monete d'alcune capitali estere per nozione degli spezzati, monete di rame, ed unità rispettive.

Monete antiche **Parigi**

ECU Scudo	LIVRES TOURNOISES Lire tornesi	SOUS Soldi	DENIERS Denari	OBOLES Oboli	LIRE METRICHE
1	6	120	1440	17280	5,9250
	1	20	240	2880	0,9876
		1	12	144	0,0493
			1	12	0,0041
				1	0,0003

Londra

CROWN Corona	SHILLINGS (Scellini)	PENCES Soldi	FARTINGHS Quattrini	LIRE METRICHE
1	5	60	240	6,16
	1	12	48	1,232
		1	4	0,1027
			1	0,0257

Vienna

THALER Tallero	GULD Fiorini	GROS Grossi	KREUZ Carantani	PFENN Quattrini	HALLER Denari	LIRE METRICHE
1	2	40	120	480	960	5,2200
	1	20	60	240	480	2,6100
		1	3	12	24	0,1305
			1	4	8	0,0435
				1	2	0,0108
					1	0,0054

Pietroburgo

RUBLO	KOPECHS	DENUSKAS	POLUSCKAS	LIRE METRICHE
1	100	200	400	4,00
	1	2	4	0,04
		1	2	0,02
			1	0,01

Zecche. In Italia trovansi monete coniate dalle zecche di *Ravenna* anche prima del 476: di poi sotto a Teodorico altre nella zecca di *Roma*, in una di *Pavia* ed altra incerta. A tempi de' Longobardi sorsero quella di *Milano*, *Lucca*, *Pisa*, *Trevigi*, *Verona*, *Benevento*, *Spoleto*, *Venezia*, *Napoli* e *Sicilia*. Quelle di *Genova* e *Messina* nel 1139, d'*Asti* e *Piacenza* nel 1140, di *Cremona* e *Siena* ne 1145, di *Bologna* nel 1191. E nello stesso secolo *Firenze*, *Novara*, *Brescia*, *Bergamo*, *Ferrara*, *Como* e *Tortona*. Nel XIII secolo *Modena* l'anno 1226, *Reggio* nel 1233, *Forlì* nel 1240, *Perugia* nel 1261, ed *Aquileja*, *Mantova*, *Padova*, *Aquila*, *Cortona*, *Rimini*, *Trieste*, *Torino*, *Vicenza*, *Trento*, *Pistoia* e *Fermo*. Nel secolo XIV e XV stabilironsi a *Desano*, *Fano* *Lavagna*, *Macerata*, *Pesaro*, *Fossombrone*, *Saluzzo*, *Sinigallia*, *Savona*, *Viterbo* ed *Urbino*, infine nel XVI a *Musso*, *Novellara*, *Mirandola*, *Guastalla*, *Vigevano* e *Teati*.

467. È indubitato potersi in ogni Stato accettare la moneta metrica, non portando variazione alcuna la diversità d'impronto, quale potrebbero avere, a grado delle differenti nazioni. Nel Libro VIII si argomenterà il danno reale risultante all'agricoltura dal falso principio d'alcuni economisti ed amministratori pubblici i quali confidano, che una speciale forma e qualità di moneta valga a mantenere nello Stato il numerario ch'esso possiede. Ivi pure saranno perscrutate, sotto punto di vista agronomico, le conseguenze delle immorali e rovinose fabbricazioni di moneta erosa, o peggio di moneta di buon metallo, ma con valore nominale eccessivo in confronto al valore intrinseco; e quelle inoltre dipendenti dalle cedole, *boni* e tutt'altre simboliche rappresentazioni del denaro, quali si comprendono sotto nome di **moneta di carta.**

Titoli legali dei lavori d'oro e d'argento.

468. Non è disutile appendice a quest'articolo, un cenno sul valore intrinseco dei lavori d'oro e d'argento. La legge, ad ovviare le frodi nel commercio di cotali oggetti, ha fissato i *titoli* a norma de' quali deono fabbricarsi. Citerò quelli del Piemonte.

Lavori d'oro.		**Lavori d'argento.**	
1.° *titolo* (poco usato)	0,840	1.° *titolo* . . .	0,950
2.° »	0,750	2.° » . . .	0,800

469. **Valore dell'oro ed argento fino, non monetato.** La spesa di fabbricazione per il chilogrammo d'oro, è in Piemonte lire 8,44; per l'argento lire 2,72. Perciò detraendo questo dispendio, il chilog. d'oro fino non monetato varrà lire 3444,44 — lire 8,44, ossia lire 3436. Similmente il valore del chil. d'argento sarà lire 222,22 — lire 2,72, cioè lire 219,50. Naturalmente il peso dell'oro, o dell'argento contenuto nell'oggetto non *monetato*, si ricava moltiplicando il suo peso totale pel *titolo* secondo il quale è composto.

[5] Dati statistici.

470. La statistica è scienza affatto moderna, la quale non ha valore senza quella dell'aritmetica. Quella parte della statistica, la quale chiamasi *descrittiva*, si vale delle prime regole dell'arte del calcolo, ma quella sua seconda parte ch'è la *filosofica*, non ha valore, nè vantaggio apporta alla pubblica e privata economia, se non si conosce aggiustatamente il modo di raffrontare le cifre, di comporle in problemi, e questi risolvere con rigorosa esattezza. Investigando la natura e le parti di ciascuno degli organi del corpo sociale, per ascendere dagli effetti alle cause, o da queste discendere a quelli, i risultati della statistica, ottenuti coll'applicazione dell'aritmetica sociale, procacciano i veri elementi della politica economia, e savie regole di politica amministrazione disvelano.

471. **Agricoltura e statistica.** Ma per la principale relazione che ha colla migliore o peggiore esistenza degli uomini l'arte di produrre la loro sussistenza, ne consegue quella gravissima ch'è pure tra la stessa

agricoltura e la statistica. Tutti i cambi, tutte le transazioni sono per così dire temporaneamente fatti colla moneta, ma si risolvono sempre in permutazioni ultime coi prodotti della terra. Ciascun individuo, come ciascun popolo, può sussistere indipendentemente da qualsisia prodotto di manifatture e d' industrie, non mai senza quelli dell' agricoltura. Se n'eccettui meschine, e ristrette popolazioni, cui la caccia, o la pesca ponno fornire un'alimentazione precaria (perchè i prodotti della caccia e della pesca non possono crescere in ragione dell'aumento di popolazione, come accade di quelli della terra) di tutti gli umani l' arte del coltivare è universale e perenne nutrice.

472. **Regole generali.** In questo luogo non è da perscrutare la somma de' vantaggi derivanti dalla statistica, nè la sua importanza sociale, in ispecie per quanto si riferisce all'arte del coltivare. È piuttosto da indagare quali regole aritmetiche debbano applicarsi, affine di conseguire pratica e possibile utilità, nelle esigenze della rurale economia, e prima le più generali investigare.

473. **Prima regola;** preferire il confronto di un discreto numero di dati ma esatti, a quello di molti, de' quali parecchi sieno dubbi o incompleti. Da un membro del parlamento inglese si è riunito tal congerie di dati sulla SCOZIA, da non contenersi in meno di 50 grossi volumi. Ora ne occorrono altrettanti per rappurarli, coordinarli e raffrontarli, onde conghietturare verace cognizione dello stato di quella contrada.

474. **Seconda regola;** non attenersi alle conseguenze del risultato di un solo confronto; perchè uno stesso effetto può muovere da diverse cause, e così da una sola di esse, quando abbastanza energica, come da più, o da tutte insieme, ancorchè appaiano pochissimo intense.

475. **Terza regola;** per calcolare un dato statistico, non mai considerarlo isolato; ma nel complesso di tutte le circostanze, colle quali abbia nesso o dipendenza, con rigorosa comparazione, investigarlo.

476. **Quarta regola;** stabilire ciò che chiamasi termine *medio*. D'ordinario si desume sommando certo mumero di dati e dividendo la somma pel numero dei dati medesimi. Non pochi esempi faranno conoscere come questo *medio* si debba molte volte desumere altramente.

477. **Quinta regola;** non dimenticare l' elemento del tempo. E dee per due titoli tenersi in conto; 1° riguardare all' epoche in cui avvennero i fatti osservati, 2° per qual lasso di tempo si sono osservati, o in quali periodi ripetuti.

478. **Sesta regola;** calcolare almeno approssimativamente ciò che direbbesi *tara* di un dato qualunque, secondochè cause fisiche o morali ponno avere esercitato un influsso in più o in meno sulle fonti di produzione, sulla popolazione, sui lavori, sul costume d'un popolo.

479. **Settima regola;** ogni statistica dee constare dei seguenti elementi, reppresentati e calcolati in quest' ordine: I. Dati *topografici*. II. Dati di *popolazione* III. Dati di *produzione primitiva*. IV. Dati di *produzione secondaria*. V. Dati *commerciali*. VI. Dati *finanziarii*. VII. Dati di *azione governativa*. VIII. *Confronto* e *risultato* logico del complesso di tutti gli esposti dati. In altri termini sono da considerare 1° *topografia*; 2° *etnografia*; 3° *a-*

gricoltura, *caccia*, *pesca*, e *mineralogia*; 4° *arti* e *mestieri*; 5° *commercio*; 6° *finanze*; 7° *governo*; 8° *condizione generale complessa* delle nazioni.

480. **Ottava regola.** Tutti i dati statistici devono ripartirsi in due grandi categorie: 1. Dati *esatti*, 2. Dati *approssimativi*; secondochè le cifre che li esprimono rappresentano fatti *certi*, positivi, ovvero più o meno *congetturali* e probabili. I calcoli perciò sui medesimi, e i risultati dedotti, si dividono similmente in calcoli, *esatti*, o *probabili*.

481. **Nona regola.** Così lo stato *complessivo* di una statistica generale, come il calcolo *speciale* d'ogni dato che ne forma parte, deono fondarsi sulla considerazione e rapporto con ciascuno degli elementi descritti nella settima regola.

482. **Cautele.** Riguardando intanto al prescritto dalla *settima regola*, e per conseguenza del disposto nell'*ottava*, la STATISTICA AGRICOLA dee cominciare dai ragguagli *topografici*, e raccordarsi con tutti gli altri ivi indicati. Se l'agricoltura è l'argomento principale della III categoria di dati, non solo è collegata con tutti gli altri, ma può dirsi per la maggior parte dei popoli, avere predominante influenza al segno, di costituire il vero termometro della pubblica e privata prosperità. Ma quante volte non si commettono eglino gravi errori statistici, confrontando le agricole produzioni in proporzione delle miglia quadrate geografiche d'un paese?

483. Ora che significa il dato dell'estensione, quando non è distinta nelle sue parti secondo la feracità intrinseca del suolo? Il territorio in cui abbondano nudi macigni montani, o lande il cui fondo è sabbia, o strati di ciottoli, i bacini paludosi, gli stagni insalubri, sono tutte estensioni da sottrarre da quella generale di uno Stato, prima di giudicare del suo grado d'industria rurale.

484. Nel VII e nell'VIII Libro meglio ricorreranno le applicazioni pratiche dell'Aritmetica sociale. Ivi si farà palese quale sorgente di errori sia nelle statistiche, la valutazione in denaro degli oggetti prodotti e consumati. Oltrecchè ciò che vale a Torino 50 lire ed in Napoli ne vale 60, benchè sia $60 > 50$, tuttavolta può realmente valere meno in Napoli che in Torino. Sono poi enormi le differenze, quando si raffrontano prezzi in tempi molto distanti tra loro. Mille lire oggi non valgono quanto mille lire un secolo, due secoli, addietro. Il calcolo di popolazione è pure soggetto difficilissimo. La forza stessa dell'esercito il più regolare è lungi dall'offerire il numero esatto dei soldati di cui si compone. Il censimento poi d'un intero popolo non è a dire quanto sia malagevole. Errano coloro i quali presumono di determinarlo, dietro la consumazione delle biade; alcuni, perchè omettono gli altri prodotti alimentari siccome patate, castagne, latticini, carni, ortaglie e le stesse bevande. Errano altri poggiandosi sulle nascite, perchè nulla più variabile e più difficile da stabilire della proporzione fra le nascite e la popolazione dei viventi. Errano calcolando la media lunghezza della vita, perchè troppo dipendente dalla produzione e dalla pubblica e privata prosperità; e spesso il minor numero di nascite si bilancia per minor numero di morti e viceversa.

485. Chiamano *Aritmetica politica* lo stimare la popolazione di una città dal numero delle case supponendo certo numero di abitanti per ogni

casa! Ma l'apparato di cifre non costituisce una verità, quando le cifre esprimono dati ipotetici; e per es. hannovi case in Torino ove abitano sin oltre mille individui, mentre hannovene altre in cui non ne cape una dozzena. Più si fanno moltipliche e divisioni su quelle cifre, più s'ingigantisce l'errore. Spesso anche si fonda un supposito dal quale traesi un risultato, il quale si pone poi in luogo di quel ipotetico supposito. Del che diè prova il COLQUHOUN stimando la quantità de' foraggi prodotti dall'Inghilterra col desumerlo dal numero degli animali ivi nutriti: dipoi questo numero degli animali desunse dal consumo de' foraggi per quel modo calcolati!

Nello stabilire il *medio* de' prezzi se siansi venduti 300 mir. di seta a lire 36, mir. 200 a ll. 40, e mir. 10 a ll. 30, dividono la somma $36 + 40 + 30 = 106$ per 3, onde si ha ll. 32. Invece dee trarsi da

$$\frac{36 \times 300 + 40 \times 200 + 30 \times 10}{300 + 200 + 10} = \frac{19100}{510} = \text{ll. } 37{,}45$$

486. Qualsisia dato statistico deve essere dall'Aritmetica sociale classato, secondo l'*ottava* regola, tra gli *esatti* o gli *approssimativi*. Tra i primi sono in ispecie quelli che ponno essere ripetutamente verificati, come può farsi ogni anno del numero delle nascite, dei matrimonii, delle morti. La probabilità poi pei dati *approssimativi* si accosta alla certezza, quando se ne assumano molte volte le indicazioni. La produzione delle biade è dato incertissimo, perchè rappresenta la somma di moltissimi dati, cioè di denuncie delle quali pressochè niuna è fedele. Tuttavolta considerato il complesso di 10 e meglio 15 o 20 anni, si può desumere il *medio approssimativo*, alquanto meno lungi dal vero, di quello di pochi anni; perchè secondo gli anni stessi i denuncianti traggono motivo di occultare in più o in meno certa quantità della produzione, realmente ottenuta. Lo stesso accade nella numerazione degli animali. Dati *approssimativi* sono similmente quelli dei consumi, e più poi come ho detto quelli d'importazione e d'esportazione, risultanti da prospetti officiali compilati per far conoscere quella tal *bilancia* di commercio, che invece rendono un' incognita sempre più indeterminabile. Gli stessi dazi rappresentano poco esattamente le merci che colpiscono; per l'opposito quanto sono più forti, tanto più i risultati loro indicano quantità minori del vero.

487. Ma non ho qui a fare un trattato di statistica; perciò atterrommi al subbietto, volgendomi ad alcuni esempi, pei quali l' agronomo comprenderà meglio quali errori debba in questi calcoli evitare, sia ritenendosi a statistica di agricoltura, dirò così nazionale, sia di quella di privata economia rurale.

488. Spesso i dati statistici sono copiati da un altro che li trasse da un terzo finchè si rimonta a cifre date all' amministrazione pubblica, la quale d'ordinario ne sa meno degli altri. Per averne prova, basta osservare le note d'*importazione* e d'*esportazione* officialmente divolgate da pressochè tutti gli Stati d'Europa; perchè tutti proclamano eccesso di merci *esportate* sulle *importate*, locchè vuol significare aritmeticamente un abisso, il quale inghiotte tutti quegli eccessi; dappoichè se ognuno *importa* meno di quanto *esporta*, natural cosa è non trovare ove tutti quei di più di tanti Stati sia *importato*. Prendasi esempio da statistiche agricole sui cereali. Il MOREAU de Jonnes dà questo prospetto.

Estensione coltivata in Francia a cereali

Epoca	Superficie	Per ogni abitante		Autorità
1700	11.607.800 ettari	——	60 ari	VAUBAN
1764	13.506.554 »	——	64 »	MIRABEAU
1788	14.402.300 »	——	60 »	LAVOISIER
1813	16.706.000 »	——	56 »	CHAPTAL
1840	13.900.263 »	——	44 »	STATIST. DI FRANCIA

489. Si può egli dedurre che la superficie di 13 milioni e mezzo di ettari coltivati a cereali nel 1764, sia pure la stessa nel 1840 cioè dopo un secolo? Il MOREAU trova comodo di trarne cotale conseguenza (1) mentre è tanto esatta quanto lo può essere, che siensi esattamente adoperati gli stessi mezzi per raccogliere quei dati. Ora egli stesso confessa che si adoperava nel 1764, il sistema d'induzione immaginato dal VAUBAN, dove tutto era ipotetico (2).

Se si adotti la *seconda* regola, cioè di non attenersi ad un solo dato, si porrà il precedente prospetto di confronto al seguente dello stesso MOREAU per formare alcun criterio d'entrambi.

Quantità della produzione annua de' cereali in Francia

Epoca	Quantità	Per abitante	Autorità
1700	92.856.000 ettolitri	472 litri	VAUBAN, DUTÔT
1760	94.500.000 »	450 »	BEAUDEAU, MIRABEAU
1788	115.816.000 »	484 »	LAVOISIER, TOLOSAN
1813	132.435.000 »	441 »	Documenti amminist.
1840	182.516.000 »	551 »	Statistica di Francia

490. Il MOREAU dice « *on voit que depuis Louis XIV en l'espace d'un siècle et demi la quantité moyenne des récoltes de la France a doublé* » L'aritmetica invece ne farà conoscere quale dovea essere la produzione del 1840 di confronto a quella del 1700 in proporzione d'estensione ed avremo:

$$11.607.800 : 92.856.000 :: 13.900.263 : x$$

$$\text{ed } x = \frac{92.856.000 \times 13.900.263}{11.607.800} = 110.953.218$$

dunque realmente si potrà dire la produzione in Francia nel 1840 essere doppia di quella del 1760. Non però è doppia rispetto all'arte del coltivare perchè allora si dee contemplare l'estensione, nel qual caso la produzione in cereali, per essere doppia, avrebbe dovuto ascendere non a 182 milioni, ma due volte più del valore di x, cioè a 221.906.436, vale a dire, quaranta milioni di più del prodotto avuto.

491. **Esempi speciali.** Il savio economo avendo sempre di mira il tornaconto, ha d'uopo di calcolare le grandi vicende commerciali cui soggiacciono i prezzi de' prodotti agricoli. Trascelgo esempi riferibili ai prezzi della seta e dei grani.

(1) Statistique de l'agriculture de la France par Alex. MOREAU de Jonnes. Paris 1848 p. 28.

(2) Loc. citato pag. 6.

492. **Seta.** Dappoichè gl'Inglesi ebbero forzatamente indotti i Chinesi ad un trattato di commercio, si opinò che le sete del celeste impero nei mercati di Londra traboccherebbero: ogni convenevole profitto nell'industria agricola dei bachi da seta si spegnerebbe. Di poi non veggendo influire granfatto la temuta innondazione di materie chinesi, s'ebbe a temere vedendo la produzione di filugelli curarsi con molto zelo e dispendio nei paesi di Francia ed altri del Nord: confortarsi dal più intenso entusiasmo di quei novizi educatori e dai più proficui proteggimenti de' loro governi; dovere quindi accrescere il timore negli allevatori Italiani di perdere ogni tornaconto nell'attendere a bachi e perciò nella coltivazione dei gelsi. Ma considerando all'elemento topografico, di cui si è detto doversi tener conto in ogni regolare statistica, ed in pari tempo a quello chiamato etnografico, si rimuove ogni timorosa oscitanza, e l'agricoltore intelligente prosegue a piantar gelsi come per lo passato. La cognizione dell'elemento topografico insegna che a quegli allevatori del Nord e a' loro bachi mancherà sempre una condizione di successo rilevantissima, cioè il bel cielo italiano. Così gli abitatori, che vivono sotto la sua magnifica volta, fossero felici com'è dessa ridente e serena, e vi trovassero gli educatori, i filandieri, e più forse i fabbricatori di drappi e tessuti, quegli eccitamenti nazionali onde gli uomini apprendono ad intendere alle opere, non pel solo fine di privato lucro, ma per desìo di raggiungere il perfezionamento delle medesime! Allora tutti questi allevamenti, arti, mestieri ed opificii della seta, l'un l'altro alimentandosi e sorreggendosi, rimarrebbero sempre una delle più cospicue sorgenti di nazionale ricchezza.

493. Occorre riguardare al costume de' popoli, a ciò che ne costituisce il carattere etnografico; valersi inoltre del giudicio emergente dall'elemento statistico del tempo; raffrontare, trattandosi di materie preziose, il limitato numero d'uomini che ne usano di confronto alla popolazione totale. Ricogliendo e accozzando tutte le cifre esprimenti cotali dati, e comparandoli a quelle de' prezzi, si trova che quando, per esempio, il vestirsi di seta discende a tal prezzo cui più modiche fortune possono aspirare, l'uso da prima riservato a certe classi più agiate, passa in quelle e vi usurpa le condizioni di vera esigenza. Se il filugello da 36 lire ogni miriagramma di bozzoli, preso pel prezzo medio di alcuni anni, discendesse a lire 30, medio di altro numero d'anni successivi, si vedrebbe in appresso ascendere di nuovo, oscillando attorno un medio fra le 30 e 36 lire. La parte filosofica della statistica rende conto di questo fatto, che a suo luogo verrà più diligentemente discusso.

494. **Grani.** I coltivatori proprietarii, impaurano, almeno i più corti d'intelletto, e i più tenaci del privato interesse, e ripudiano ogni idea di libero commercio. Ma il proibire, ancorchè velato sotto nome di proteggere, è come la feudalità, falso calcolo, è pregiudizio appartenente a stagione che passò, che non più esiste non solo, ma non può più rivivere. Dappoichè la parola libertà non fa più rabbrividire: dappoichè fu giocoforza riconoscere non solamente essere tutt'altro che licenza, ma di questa per l'opposito naturale e suprema dominatrice; tuttochè licenza non è, si dee ineluttabilmente asseguire. L'esposizione colossale di Londra attesta al mondo

esistere sovra tutta la terra uomini capaci delle più sorprendenti opere del genio umano. L'atterrare adunque le barriere, quali impediscono agli uni di godere ciò che gli altri sanno fare, col permutare vicendevole delle produzioni della natura e dell'uomo, non può tornar che proficuo alle classi tutte, qualsisiano le specie di produttori. La penetrazione dell'ingegno umano è giunta al fondo della grande quistione commerciale, quando ha riconosciuto nella libertà intera delle istituzioni e de' negozii materiali e civili l'unico fondamento del ben essere universale.

495. **Prezzo della seta.** Ma in questo luogo è solo da riguardare alla relazione, per così dire, dell'aritmetica colla statistica. Convien dunque attenersi a semplici applicazioni di numero. Per darne esempio, rispetto alla seta, pongasi per supposito che la sua annua produzione sia

Nello Stato	Lombardo-Veneto	a chil.	2.500.000
»	Sardo	»	1.000.000
»	Due Sicilie	»	600.000
»	Romano	»	400.000
»	Parma, Modena e Lucca	»	300.000
»	Toscana	»	200.000
Somma in Italia di chilogrammi			5.000.000
» nel resto d'Europa altrettanto			5.000.000
		»	10.000.000

Questi numeri sono ipotetici, non essendo qui occorrevole riportare minuti ragguagli speciali, che l'agronomo potrà nel caso pratico sostituire. Si raffronti il prodotto d'Italia col solo numero di consumatori che il sistema protezionista vorrebbe, conciossiachè sarebbe esoso e impossibile pretendere imposto agli altri, quanto per te stesso ripudii. La popolazione d'Italia è 25 milioni, quella di tutta Europa forse 250 milioni. Per conoscere il probabile disfogo di una merce, si ricerchi se regga il supposito che gli abitanti l'Europa possano impiegare, per esempio, una lira ciascun anno in articolo sete. Ove questo o altri si verifichi, la produzione d'Italia ristretta entro i di lei confini troverebbe un'offerta di 5 lire per ogni chilogrammo di seta, perchè $\div$ 5,000,000 : 25,000,000 :: 1 : 5. Esteso il libero commercio a tutta Europa essendo $\div$ 10,000,000 : 250,000,000 :: 1 : 25 il chilogrammo di seta trova l'offerta di lire 25.

496. **Prezzo de' grani.** Come si vedrà dov'è convenevole, non molto dissimile è la forma di calcolo da applicare al libero commercio de' grani.

497. **Produzioni agricole.** Molto si dee essere attenti ne' calcoli di produzioni. Innanzi tratto con dati di molti anni è da calcolare se, per esempio, supposto il raccolto *medio* de' cereali eguale a 100, il suo *minimo* riduceasi a 70, il *massimo* a 120 pervenga. Nè basta. Non ricogliesi frutto dalla terra senza offerirle sacrificio della semenza che dee moltiplicare, e pel grano dee questa sottrarsi come quantità costante dal ricolto. Per esempio, ragguagliandola al 16 del 100 si avrà:

	minimo	medio	massimo
Raccolto	70	100	120
Semenza	16	16	16
Disponibile	54	84	104

Da questo primo calcolo, l'agronomo trova ben altri effetti che dall'apparente prima estimazione. Il *massimo* raccolto aggiugnere quasi il doppio del *minimo*: lo stesso *massimo* non produrre avanzo sulla raccolta media, che di 20; il *minimo*, all'incontro, difettare di 30; occorrere dunque tre anni di *massimo* per equiparare lo smanco di due soli anni di *minimo*.

498. **Consumi.** Per altro esempio: *quali norme può rilevare l'agricoltore dai dati statistici sulla convenienza di coltivare piuttosto de' cereali ch' altri prodotti?* Nella total somma di prodotti consumati in Francia per l'alimentazione, sovra 100 parti si ha che (1)

i cereali formano le	64	parti
i pomi di terra	8	»
i legumi secchi	4	»
le castagne	0,7	»
prodotti animali carni, latticini, pesce ecc.	23,3	»
	100	

Se l'uomo consuma come 100, un numero esteso d'individui non consuma come esprimerebbe questo numero moltiplicato per 100, ma solo per 69. Per calcolo fatto sulla popolazione di Francia a 35 milioni, supposto il consumo dell'uomo adulto come 100, le razioni, per modo di esprimermi, in regola di sesso e d'età risultano,

	Popolazione	Consumo in razioni
Uomini tra i 20 anni e i 60 . . .	9.051.218	905.121.800
Ragazzi al disotto di 20 anni . . .	14.063.048	773.467.700
Vecchi al di là di 60 anni	2.344.179	135.962.400
Donne	9.541.555	553.410.100
	35000000	2367962000

Il calcolare questa *razione* è assai difficil problema. Tuttavolta s'è fatto; e si è creduto la razione completa d'alimentazione dell'individuo medio, corrispondere a 335 chilogrammi di frumento per anno; poggiando su questo dato, poterglisi paragonare le altre materie nutrizie in ragione dell'azoto che contengono: dedursene il seguente valore rispettivo.

499. **Valore come sostanze alimentari de' seguenti generi di consumo.**

Frumento	Chil.	335,20	Legumi secchi	Chil.	157,17
Spelta	»	367	Castagne	»	1314,00
Frumentata	»	413,21	Carne musculare	»	167,39
Segala	»	469,26	Latticinii	»	912,50
Orzo	»	373,28	Uova	»	301,37
Mais o formentone	»	400,61	Pesce	»	176,14
Grano saraceno	»	312,86	Formaggio	»	50,07
Pomi di terra	»	1825,00			

Dopo ciò richiedersi sommario computo di tutti i medii prodotti: mercè

(1) GASPARIN. V. Compte Rendu de l'Acad. des Sciences du 26 avril 1847. Mi valgo di statistiche francesi perchè d'italiane recenti e generiche in causa della sua politica divisione, non è possibile finora averne di tali almeno da poterne fare esatto calcolo.

le precedenti assegnazioni: trarne il rispettivo valore in razioni: queste sommate per Francia, e al novero dei consumatori raffrontate, conchiudersene di avere l'occorrevole per l'alimentazione de' suoi abitanti ed anzi un eccedente comprovandolo col prospetto seguente.

Prospetto di prodotti.

PRODOTTI	PESO TOTALE		NUMERO CORRISPONDENTE di razioni
Frumento	Chil.	4.494.454.614	13.407.681
Spelta	»	6.215.827	16.936
Frumentata . . .	»	819.462.596	1.983.162
Segala	»	1.556.740.220	3.317.436
Orzo	»	768.951.342	2.059.985
Mais	»	451.518.776	1.127.093
Grano saraceno . .	»	405.939.622	1.297.512
Pomi di terra . .	»	6.420.105.456	3.517.865
Legumi secchi . .	»	223.603.925	1.486.303
Castagne	»	333.409.100	253.736
Carne musculare .	»	505 042.336	3.017.158
Latticinii	»	3.755.336.985	4.115.437
Uova	»	90.000.000	298.636
Pesce	»	30.000.000	170.816
Formaggio (importato)	»	4.782.784	95.522
		Totale delle razioni	36.165.278

In seguito, per completare la soluzione del problema, deon ridursi i trovati 36 milioni di *razioni*, moltiplicandoli per 0,69, e desumerne approssimativo calcolo dell'esuberanza o difetto di cereali, e quindi della convenienza di coltivarli.

Se consti del difetto di produzione, può farsi altro problema, cui dee quello preporsi, se la popolazione cresca o scemi annualmente. Crescendo, qual sia il medio annuo d'aumento. Questo risulterebbe, per la Francia, di 161,593 abitanti; e supponendo che la produzione media di un ettare a frumento sia di ettolitri 11,40 (però ogni due anni, cioè di 5,70 annui) si domanda *quanti ettari di terreno si dovrebbe coltivare a frumento per soddisfare all'aumento di popolazione.* Occorrendo a ciascuno chil. 335,20 ossia per medio ettolitri 4,30 di frumento si trae

$$\div\; 5,70 : 1 :: 161,593 \times 4,30 : x$$

$$\text{ed } x = \frac{161,593 \times 4,30}{5,70} = 122,959$$

Cosicchè in 8 anni non basta l'aumento di coltivazione d'un milione d'ettari per provvedere a quell'aumento di popolazione.

500. Il dovere di convenevole brevità impone fine ad indicazioni le quali ebbero per iscopo di porgere idee generali sovra questi argomenti; la cui speciale e più definita intelligenza, ricorre nei relativi capitoli che delle diverse produzioni tengon ragione, ed in quelli dell'VIII e IX Libro destinati ai rapporti morali civili ed economici dell'agricoltura colla società, e colle diverse classi d'individui privati.

CAPITOLO V.

ALGEBRA AGRARIA

Sezione I. Operazioni fondamentali ed equazioni di 1° grado: 1. Nozioni preliminari, 2. Le quattro operazioni, 3. Equazioni di 1° grado. — Sezione II. Equazioni di 2° grado e potenze superiori: 1. Quadrati e radici, 2. Equazioni di 2° grado, 3. Potenze e radici di 3° grado. — Sezione III. Progressioni ed approssimazioni: 1. Progressioni, 2. Frazioni continue, 3. Approssimazioni. — 4. Problemi diversi.

501. Oh l'**Algebra!** sclameranno non pochi, forsechè non è abbastanza stemperato carico di cognizioni reputate indispensabili, senz'aggiugnere corredo delle *ixe* e delle *ipsilon*, perchè abbiano gli agronomi a dicervellarsi del tutto?

Per vero dire se trovai esempio di georgici scrittori che ne' trattati loro compresero le nozioni aritmetiche, niuno ancora d'algebriche direttamente discorse. Parecchi nondimeno tra più moderni, la cognizione ne presupposero. Reputo adunque meno fatichevole al lettore il seguirmi nelle poche occorrevoli, anzichè disinvoltamente rimandarlo ad apprendere quanto per avventura non sapesse. Sarò brevissimo: ma non sarà facil bisogna adempiere allo scopo di proferire un'algebra appieno elementare ed agricola, il cui duplice risultato sia 1° d'insinuare, e acciochè io 'l dica, immedesimare nel rurale economo, lo spirito del calcolare astratto e rigoroso; 2° d'acquistargli agevolezza preziosa nello sciogliere i vari problemi che gli possono ricorrere nella pratica esecuzione dell'arte.

502. Ordinerò la presente trattazione pel modo che segue:

SEZIONE I. Operazioni fondamentali ed equazioni di 1.° grado	1. **Nozioni preliminari** 2. **Le quattro operazioni** 3. **Equazioni di 1° grado**
SEZIONE II. Equazioni di 2° grado, e potenze superiori	1. **Quadrati e radici** 2. **Equazioni di 2° grado** 3. **Potenze e radici di 3.°**
SEZIONE III. Progressioni ed approssimazioni	1. **Progressioni** 2. **Frazioni continue** 3. **Approssimazioni** 4. **Problemi diversi**

SEZIONE I.

Operazioni fondamentali ed equazioni di 1.° grado.

503. **Scopo dell'Algebra.** Io debbo 27 lire a due operai, coll'espressa condizione che l'uno dee riceverne 5 più del compagno. Occorre adunque trovare due numeri la cui somma sia 27, e la differenza tra loro 5.

504. Meco stesso farò questo ragionamento. Il numero *più grande* deve essere eguale al *più piccolo* aumentato di 5: la somma dei due numeri equivalere al numero *più piccolo* aumentato di 5, e più lo stesso numero *più piccolo:* ciò valere come dire, che la somma dee eguagliare a due volte il minor numero, più 5, ossia che il doppio del *più piccolo* numero unito al 5 dee formare 27. Quindi il doppio del minor numero senz'aggiunta del 5 riuscire eguale a 27 diminuito di 5, ovverossia a 22. In conseguenza questo *più piccolo* numero sarà la metà di 22, cioè 11. Onde il numero *più grande* sarà 11 con aggiunta di 5, vale a dire 16.

Ora per esprimere tutto questo ragionamento, valendomi de' segni già dichiarati al § 184, e indicando con x ed y i numeri ricercati, traduco il ragionamento medesimo nel seguente:

Debbe essere	$y - x = 5$,
dunque sarà	$y = x + 5$;
ma	$x + y = 27$,
dunque	$x + 5 + x = 27$,
ossia	$2x + 5 = 27$.
D'onde	$2x = 27 - 5 = 22$;
perciò	$x = \frac{22}{2}$ ossia $+ x = 11$
ed	$y = \frac{22}{2} + 5$ ossia $y = 11 + 5 = 16$.

505. Fin qui siamo a poco presso nell'aritmetica. Ma se invece della somma 27 e della differenza 5 ho d'uopo d'altre differenze, allora più generalmente la mia ricerca è di trovare due numeri, di cui mi sia data la *somma* e la *differenza*; la qual somma generalmente indicherò colla lettera a, per esempio, e la differenza colla lettera b. Ripetendo perciò il ragionamento fatto di sopra, potrò esprimerlo algebricamente come segue:

(1)	Deve essere	$y - x = b$,
(2)	dunque	$y = b + x$;
(3)	ma	$x + y = a$
(4)	dunque	$x + b + x = a$
(5)	ossia	$2x + b = a$.
(6)	D'onde	$2x = a - b$
(7)	perciò	$x = \frac{a}{2} - \frac{b}{2} = \frac{a - b}{2}$;
(8)	ed	$y = b + \frac{a}{2} - \frac{b}{2}$
(9)	ma siccome $b - \frac{b}{2}$ è lo stesso che $\frac{b}{2}$,	
(10)	perciò	$y = \frac{a}{2} + \frac{b}{2} = \frac{a + b}{2}$.

506. Quindi è palese lo scopo ed il manifesto utile precipuo dell'algebra. Avendo trovato i due valori generali,

$$x = \frac{a - b}{2} \text{ ed } y = \frac{a + b}{2}$$

quali chiamansi *formole*, questi danno immediatamente i valori delle incognite in qualunque caso richiesto. L'aritmetica mi limita a quel 27 per somma, a quel 5 per differenza. L'algebra colle sue formole mi lascia facoltà di applicarle a quantità qualunque si sieno. Se fossero da distribuire 100 ettolitri di farina a due fornai, di cui l'uno può in egual tempo ridurne 24 ettolitri in pane di più dell'altro, pongo in luogo di a la somma 100, e in luogo di b il 24 in quelle formole, e trovo,

$$x = \frac{100 - 24}{2} \text{ ed } y = \frac{100 + 24}{2};$$

cioè $x = \frac{76}{2} = 38$ pel primo fornaio ed $y = \frac{124}{2} = 62$ per l'altro: e diffatti $38 + 62 = 100$.

507. Ecco adunque il vantaggio dell'algebra di trattare di problemi nel modo più generale e condurre a *formole* e *regole* per ottenere la soluzione d'ogni caso particolare, e ciò eseguire con brevità e concisione rigorosa. Inoltre dalle sue operazioni, con quelle trasformazioni successive, come le (4) (5) (6) (7) del § 505, si ottiene di dedurre da una relazione tra un'incognita e date quantità, una relazione più semplice, dalla quale si trae il valore dell'incognita medesima.

508. Confrontata coll'aritmetica, l'ALGEBRA non è veramente che una Aritmetica più generale, più spedita e più sublime, onde i profitti che l'uomo ne trae sono (1) principalmente:

1.° Conoscere in modo generico e completo quanto l'aritmetica dimostra solo per casi particolari.

2.° Trovare prontamente risultati, che rare volte l'aritmetica ottiene senza lunghe ed incerte operazioni.

3.° Esprimere con singolare laconismo risultamenti, che l'aritmetica può soltanto indicare con lunghe frasi.

4.° Risolvere infinito numero di problemi, che l'aritmetica non potrebbe.

5.° Offerire alla stessa aritmetica nelle operazioni più complicate molti metodi per renderle assai più spedite ed agevoli.

509. L'algebra come tutte le scienze ha la sua parte *speculativa*, e la sua parte *pratica*. Agli agronomi di mente elevata certo non disgradiranno le verità comechè astratte, per ciò solo che sono verità. Ma la piupparte ameranno trovare nel mondo delle astrazioni alcun che d'utile ed applicabile al modo reale (2). Ho dovuto in ispecie attenermi ad applicazioni riferibili

---

(1) BRUNACCI Elem. d'algebra e geometria, IV Edizione Bologna 1830, pag. 38.
(2) SONNET Algèbre élémentaire, Paris 1848, p. 11.

all'arte campestre, perchè desse meglio giovano a far comprendere la teoria, a fissare i precetti nella memoria, a tracciare i modi di derivare utilità dalle algebriche nozioni, di cui le più elementari importano moltissimo al vero agronomo teorico e pratico, come per tutta la parte scientifica di queste ISTITUZIONI verrà manifesto.

Articolo 1° Nozioni preliminari

510. **Ragguaglio storico.** L'ALGEBRA base di tante scienze moderne, s'introdusse presso gl'Italiani alla fine del dodicesimo secolo insieme colla bussola direttrice de' migliori progressi geografici, e dipoi fondamento alla scienza del magnetismo. Inventore primo dell'Algebra si volle DIOFANTE: ma gli ARABI aveano tratto dagl'INDI *(Hindous)* metodi più generali, quali solo ponno costituire la vera scienza algebrica. Nella quale algebra degli *Hindous* le diverse potenze de' numeri si ottenevano, non con semplici moltipliche, ma con *dirette elevazioni* a potenze. L'algebra indiana designava le *incognite* con iniziali a' diversi colori: l'equazioni ordinava secondo le potenze della variabile: alle quantità irrazionali apponea segni speciali: e coll'unità divisa dallo zero esprimeva l'infinito. Le opere degli arabi BRAHMEGUPTA e BASCHARA contengono ricerche d'ordine elevato, risoluzioni d'equazioni ecc.; e l'analisi che dobbiamo all'EULERO per dedurre da una sola soluzione tutte l'altre intere d'un'equazione indeterminata di 2° grado a due incognite, era nota agl'INDIANI, oltre 10 secoli prima (1).

511. ARCHIMEDE avea già col suo mirabile ingegno insegnato a determinare la somma de' quadrati e de' cubi nella serie dei numeri naturali: avea già lasciato ne' suoi scritti i germi di quel calcolo de' limiti, tanto prezioso di poi per l'analisi moderna. Ma le nozioni vere d'algebra si denno a LEONARDO DA PISA (ricordato al § 168) che dagl'Indiani le apprese, e portò a germogliare in Europa, dove gl'Italiani principalmente doveano farla fiorire. Chè ben a diritto il COSSALI meraviglia che sieno disconosciuti i lavori degl'Italiani, quelli in ispecie per vantaggiare dell'algebra applicandola alla geometria.

512. L'ingegno d'indicare quantità indeterminate coll'uso delle lettere, trovasi da ARISTOTILE praticato; perciocchè nel trattato di fisica esprime la forza, la massa, lo spazio ed il tempo per le lettere $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ (2). Esempio da da Cicerone imitato, servendosi egli pure di lettere per designare oggetti indeterminati (3). Ma gl'INDI scriveano a dirittura equazioni con segni positivi e negativi. Rispetto a' quali rimane meraviglievole come gli ARABI non riguardassero che ad equazioni con tutti i termini positivi. Lo che poi procaccia singolar pregio all'invenzione dei segni del + e del —, dovuti al sommo LEONARDO DA VINCI, benchè più divolgati dallo STIFELS (4) che li addottò, come espressi al § 185.

---

(1) V. LIBRI. Hist. des Sciences Matématiqdes en Italie. T. 1 pag. 113.

(2) Natur. auscult. Lib. VII cap. 6 e Lib. VIII cap. 15, citati dal LIBRI.

(3) Epistolarum ad Atticum Lib. II cap. 3.

(4) *C'est lui* (Leonardo da Vinci) *qui a inventé les signes + et — que* CHARLES *semble attribuer a* STIFELS V. G. LIBRI, Loc. cit. T. III p. 46.

513. All'agricoltore italiano certo non saprebbe riuscire disgradevole l'apprendere quanto deve l'algebra a Luca PACIOLO da Borgo S. Sepolcro (1), a Francesco GHALIGAI da Firenze (2), a Scipione DEL FERRO da Bologna (3), a Nicolò TARTAGLIA da Brescia (4), a Girolamo CARDANO da Pavia (5), a Lodovico FERRARI da Bologna (6), a Raffaello BOMBELLI pure da Bologna (7), per

---

(1) Luca PACIOLO nella sua *Summa de Arithmet.* ha un trattatello ov'è il *Modus solvendi varios casus figurarum quadrilaterarum rectangularum per viam algebrae.* Guglielmo LIBRI esprime questi riflessi memorevoli, nella citata sua Storia delle Matematiche « En effet bien que l' on ait traité au quatorzième siècle, en Italie, les « équations générales de troisième et quatrième degré, comme la résolution n'est « pas exacte, personne n'y a jamais fait attention. Dans la *Summa de Arithmetica* on « trouve aussi l'énumération des diverses équations du quatrième degré composées « de deux ou de trois termes: mais comme l'auteur ne résout que celles qui peuvent « se réduire à des équations du second degré, ou à des équations binomes, on n'a « jamais parlé d'une découverte de fra LUCA sur les équations du quatrième degré. »

Nella sua *Summa d'aritmetica geometria* si trovano risoluzioni d'equazioni indeterminate di 2° e 4° grado, la somma di certe serie numeriche ecc.; la sua immensa compilazione è stata la guida dei geometri posteriori.

(2) La sua *Somma d'Aritmetica* dedicata nel 1521 al Card. Medici dipoi Clemente VII, a stima di G. LIBRI, è un riassunto assai ben fatto, contiene la risoluzione delle equazioni determinate de' due primi gradi, e quella di molte indeterminate assai difficili. Non ho per positivo che fosse di Firenze.

(3) Le equazioni soltanto di 2° grado, ed alcune che ne derivano, eransi potute risolvere dai matematici, sino verso il termine del XV secolo. Agli Italiani del XVI secolo è dovuta la considerazione delle radici negative, delle imaginarie, e la risoluzione delle equazioni di 3° e 4° grado. Essi non si arrestarono che dove nè il LAGRANGE ebbe facoltà di oltrepassare, nè oggi si ha per possibile andar più oltre. La scoperta della risoluzione delle equazioni di 3° grado è dovuta a Scipione DEL FERRO professore a Bologna dal 1496 al 1525. Poco stante Nicolò TARTAGLIA trovò pure la stessa risoluzione del FERRO e l'estese ad altri casi, avviando così la risoluzione, resa generale dipoi dal CARDANO: il quale però nella sua ARS MAGNA lealmente così si esprime. *Huius* (Scipioni FERREI) *emulatione Nicolaus* TARTALEA *Brixellensis amicus noster, cum in certamen cum illius discipulo Antonio Maria* FLORIDO *venisset, capitulum idem ne vinceretur, invenit, qui mihi ipsum multis precibus exoraratus tradidit.*

(4) Il TARTAGLIA diede la formola generale del binomio nel caso dell'esponente intero positivo; formola di cui i moderni geometri sonosi attribuito l'onore. Vedi oltracciò nella nota precedente com' e' sapesse rendere generale la risoluzione trovata dal FERRO.

(5) Di famiglia milanese, com'ei narra nella sua vita, il CARDANO è fra i più celebri uomini del suo secolo. Scoprì molte delle relazioni che legano le radici ai coefficienti delle equazioni: conobbe e trattò le radici eguali. Una volta procedendo in un calcolo pose l'equazione eguale a zero: ma fu tenace nel sistema degli Arabi, vigente ancora al XVI secolo, di dividere le equazioni in due membri con termini tutti positivi. La sua costruzione delle equazioni di 3° grado è rimarchevole perchè contiene la prima idea di rappresentare generalmente il rapporto esistente tra due quantità, mediante i rapporti delle ascisse e delle ordinate nelle curve.

(6) Morì nel 1565. Gli si deve la risoluzione generale delle equazioni di 4° grado.

(7) Nel trattato di Raffaello BOMBELLI l'algebra cominciò a prendere una forma sistematica. Nel 3° libro ch'è una raccolta di problemi, hannovene dei difficilissimi sull'analisi indeterminata: le dimostrazioni, a giudicio del LIBRI, rigorose e complete. Il metodo per estrarre la radice cubica del binomio reale o imaginaria, elegantissimo. Il WALLIS avendolo riprodotto senza citare il BOMBELLI, sembra aver voluto appropriarselo.

non parlare di tanti altri che fiorirono innanzi il termine del XVI secolo.

Se dovessi noverare gli altri, sì antichi che del XVII e XVIII secolo, fra i quali splendidissimo quel Bonaventura CAVALIERI da Milano (1), troppo andrei per le lunghe e più di moltissimi dovrei dire, onore del presente secolo. Tra quali ultimi tengo però a debito di riconoscenza non solo, quanto a irriprovevole attestazione di soavissima ricordanza, il segnalare il nome dei miei celebri maestri, quali Europa ripone fra i primi matematici e quali saranno lungamente nella memoria de' posteri, Giuseppe VENTUROLI e Giambattista MAGISTRINI.

514. Lo studio dell'Agricoltura, quale si conviene a chi non ista contento dei precetti senza conoscerne la ragione, in pressochè tutte le sue parti richiede il soccorso dell'algebriche nozioni elementari. Nell'esercizio pratico poi della medesima queste nozioni, recano agevolezza e prontezza, che solo chi le possiede può adequatamente estimare. Forse al lettore potranno riuscire noievoli alcune pagine del presente Capitolo, altre forse apparire soverchie; ma dando una scorsa all'enunciato de' non pochi Problemi, pressochè tutti di natura strettamente agrologica, si convincerà dell'uopo di sapere i modi di risolverli con facilità ed esattezza. Nelle opere speciali si trovano più diffusi e completi gl'insegnamenti di questa parte elementare e precipua delle matematiche discipline. In questo Capitolo invece è ristretto una specie di trattatello, che alla succinta esposizione dei principii, l'agricola applicazione di pari passo congiugne. La perspicacia dell'agronomo, senz'altre parole, potrà di per se giudicarne.

[1] Linguaggio dell'algebra.

515. Le scienze hanno quasi tutte un linguaggio, o a dir meglio, un modo d'esprimere particolare. Forse pur troppo talora si usano simboli ed espressioni non comuni, per rendere meno comprendibile quanto col linguaggio ordinario sortendo dal mistero, si parrebbe cadere da quell'elevatezza di concetto che gli si vorrebbe attribuire. Ma l'Algebra, e tutte le matematiche, valgonsi di speciali forme di dire e di significare le nozioni loro appartenenti, per reale necessità, e pel vantaggio diretto che ne conseguono. Molte volte un intero calcolo si riduce ad unica somma o moltiplica di poche cifre, mentre sarebbesi dovuto eseguire molte lunghe e fastidiose operazioni, le quali nel processo del calcolo ora vanno a ridursi, ora ad elidersi, colla semplice modificazione di pochi segni, e perciò senza aver perduto tempo e pazienza per realmente eseguirle.

516. **Linguaggio dell'Algebra.** L'ALGEBRA, si disse, è un'aritmetica più generale. La cognizione delle sue espressioni lo rende prestamente manifesto. Nell'aritmetica il *numero* 3, il *numero* 1000 ponno esprimere tre campi, tre bovi, ecc. ovvero mille libbre, mille ettolitri, mille pecore ecc. Coll'Algebra

---

(1) Il GALILEO lo chiama in una sua lettera *Alter Archimedes*: di quest'inventore del metodo degli indivisibili sarà detto più innanzi, traendo frutto dalle preziose notizie tanto intorno al CAVALIERI che al FERRARI, e al DEL FERRO dovute al mio impareggiabile amico, l'esimio fisico e matematico prof. Silv. GHERARDI.

invece una *lettera* per esempio esprime una quantità, un numero qualunque. Scriverò a cavalli, e quell' a è suscettivo a rappresentare un num. qualsiasi di cavalli. Ha dunque l' a oppure il b, o qualunque altra *lettera*, un valore che gli attribuisco a mio grado, e conserva per tutta l'operazione. L'impiego delle *lettere* coll'aggiunta de'*segni* costituisce l'*espressione algebrica*. Lo scrivere $2 + 3$ offre un' espressione aritmetica, perchè semplicemente numerica; $a + b$ è invece espressione algebrica.

[2] Lettere e segni.

517. **Lettere**. Una lettera adunque (§ 516) esprime nell'algebra quella *quantità*, quell'*oggetto*, quel *valore* che mi piace assegnarle. Due riflessi sono da rimarcare. L'uno; che il valore assegnato nel principio d'un'operazione a una lettera qualunque, si dee conservare per tutto il processo della medesima, nè si può fare servire una stessa lettera a quantità, quantunque per pochissimo, diverse. Se a esprime 100 libbre di fieno, quante volte ne voglia esprimere libbre 200, scriverò $2a$; e così tutte le modificazioni che può subire, devono essere acconciamente indicate, come sarebbe appunto l'unione del 2 alla lettera a nel caso anzidetto. Noti anco l'altro l'agronomo; cioè che per comune consenso si ha costume di adoperare le prime lettere dell'alfabeto per esprimere quantità *note*, e le ultime per le quantità ignote, cioè per l'*incognite*. Valgasi adunque di a, b, c ecc., ovvero di α, β, γ, ecc. per esprimere quantità note delle quali non si precisa il valore numerico: ed usi dell' x, y, z, del φ, ω ecc. per designare le *incognite*. Alcune lettere poi, in ispecie l' m e l' n, si adoperano di frequente per designare numeri in genere, onde dicesi per esempio *emmesina*, *ennesima* la potenza di grado m, o n, intendendo per m, o n genericamente un numero qualunque.

518. **Segni.** Replico succintamente le dichiarazioni dei *segni* (benchè famigliari a chi non abbia omesso la lettura del Capitolo precedente), perchè realmente nell'algebra hanno più esteso significato.

Il segno $+$, **più**, indica *somma* delle quantità cui è frapposto, così se indicate per lettere, come se per numeri. La qual somma s'intende estesa a due soli termini, l'uno a destra e l'altro a sinistra del segno medesimo.

Il segno $-$, **meno**, posto tra due quantità, ne indica la *differenza* o più generalmente, doversi la quantità, sia lettera o numero, cui precede il segno $-$ sottrarre o togliere dalla precedente.

Il segno $+$ e il segno $-$ hanno ancora in algebra un'attribuzione speciale indicante una maniera d'essere delle quantità cui prepongonsi, indipendentemente dall'enunciato ufficio di essere aumentate o sottratte da quelle che loro precedono. Il segno $+$ dichiara quantità *positiva* quella cui è applicato, come il segno $-$ l'indica per contrario *negativa*. Del che più chiaramente al § 523.

Il segno $\times$, che pronunciasi **moltiplicato per**, posto tra due quantità, indica il loro *prodotto* (§ 184). Ma questo esprimesi eziandio con un sol punto. o anche scrivendo semplicemente un fattore presso l'altro, senz' interposto

segno. Laonde per significare la molliplica di a per b valgono egualmente questi tre modi

$$a \times b\,; \quad a \,.\, b\,; \quad \text{ed } ab\,;$$

e tra essi più comunemente si usa dell'ultimo. Il quale però serve tra lettere, tra numero e lettera, non però tra soli numeri, perciocchè conservano in algebra il loro valore di posizione come in aritmetica. Oltracciò le quantità che deono essere molliplicate per sè medesime, non si rappresentano munite del segno $\times$ ovvero del $\cdot$, o semplicemente scritte una presso l'altra, ma si preferisce l'uso degli *esponenti*, di cui al § 526.

Il segno **:** esprimesi **diviso per**, e posto tra due quantità significa che la prima dee essere divisa per la seconda. Non si usa frequente e nemmeno l'altro segno $\gg$ benchè più comodo e non facile a indurre in equivoco come i due punti, i quali s'usano piuttosto nelle proporzioni (§ 262) esprimendo la relazione geometrica di due quantità fra cui sieno collocati. Il segno più comune in algebra per la *divisione* è la linea — orizzontale che separa il *dividendo* sovrapposto al *divisore* come nelle frazioni.

Il segno $>$ indica *maggiore*, ed il segno $<$ *minore* come si disse § 185; $x > s$ significa x maggiore di s; $x < s$, x minore di s. Usasi alcune volte il segno $\backsim$ di cui più innanzi al § 540. Inoltre il segno ∞ serve a rappresentare l'infinito.

Il segno $\sqrt{\ }$ semplice oppure $\sqrt[2]{\ }$ significa la radice seconda o quadrata come si avvertì § 233; e secondochè siavi un 3, un 4 ecc. come $\sqrt[3]{\ }$, $\sqrt[4]{\ }$ ne esprime la radice terza, quarta e via dicendo.

Il segno ( ), **parentesi**, serve a riunire più termini o quantità, dimodochè il segno che precede la parentesi si riferisce a tutte le quantità che vi sono comprese. Per esempio $(a + b)(m - n)$ significa che tutta l'esprezione $a + b$ deesi moltiplicare per l'altra $(m - n)$.

Il segno $=$ come è già noto pel § 182, è l'indicatore della eguaglianza. Si noti la differenza cogli altri segni, i quali si riferiscono alle quantità immediatamente unite ai segni medesimi, mentre quello dell'eguaglianza la esprime per due quantità o termini a destra o sinistra del segno medesimo, non solo quando essi siano isolati, ma generalmente fra il complesso di tutti i termini che lo precedono, e quello di tutti i termini che lo seguono. Con $a + b = x - m$ non vuol significare che b sia eguale ad x, ma che la somma di a con b, eguaglia il valore di x da cui sia levato quello di m.

519. Da questi cenni l'agronomo avrà rilevato il più esteso rapporto dei ricordati segni, in confronto dell'uso più semplice che hanno nell'aritmetica. Ma sonovi ancora altri *vocaboli*, usati nell'algebra che meritano le seguenti speciali indicazioni.

[3] Vocaboli.

520. **Espressione algebrica.** Oltrechè l'*espressione algebrica* (§ 515) consta di lettere e segni (annoverati nei § 517 e 518), chiamasi *ra-*

zionale quando non contiene segno radicale; nel contrario caso *irrazionale*. Dicesi *intera* se non è indicata alcuna *divisione*; *frazionale* nel caso inverso.

521. **Monomio, o termine**. Una quantità non unita ad altre coi segni $+$, o $-$, è un *termine* o *monomio*. Se di una sola lettera, è *monomio* di una sola dimensione: tale sarebbe a. Invece ab è termine o *monomio* di due dimensioni, bcd di tre, $mabf$ di quattro ecc.: se però il termine sia diviso, le dimensioni si contano sulla differenza fra quelle del dividendo, e quelle del divisore. Tanto $\frac{ab}{e}$ che $\frac{mnpqrs}{txyqz}$ sono termini d'una sola dimensione. Similmente $\frac{hrst}{vx}$ e $\frac{abc}{d}$ lo sono di due, ecc.: $\frac{m}{n}$ di niuna, come $\frac{rshvxm}{npgade}$.

522. **Binomio** è la riunione di due quantità: tanto è binomio $a + b$ quanto $a - b$, e così $mnx + es$ come $rs - d$ ecc.

Trinomio, esprime tre termini riuniti, come $ab + ed + mn$, e così $2 + x + rstu$.

Polinomio più generalmente esprime la riunione di molti termini, e dicesi *omogeneo* se i termini hanno tutti egual numero di dimensioni.

523. **Positivo e negativo.** Non basta di ricordare che il segno $+$ precedendo un termine lo rende positivo, mentre il segno $-$ lo rende, per l'opposito, negativo. È d'uopo farsi razionale concetto di quest' espressioni. Il quale consiste nella regola principale dello applicare il segno $+$ e il segno $-$ alle quantità, secondo la loro maniera d' esistere. Un credito si nota col $+$, un debito col $-$. Se una linea che da un punto vada a destra s'esprime col $+$, quella che dallo stesso punto vada a sinistra, debbo scriverla col $-$.

524. **Zero.** Quando una quantità *positiva* eguaglia una quantità *negativa* il risultato è *zero*. Se $+x$ esprima il mio credito, e $-b$ esprima il mio debito, quando x sia eguale a b, tanto è *zero*, cioè si annulla, il mio debito, quanto è zero, cioè si annulla, il mio credito.

525. **Coefficienti.** Se l'algebra esprime con lettere le diverse quantità, si vale nondimeno anche delle cifre dei numeri per meglio specificare talvolta le quantità medesime. Per esempio se a esprima dieci ettolitri di frumento, per significare due, tre volte questa quantità posso scrivere $a + a$, ovvero $a + a + a$: ma scriverò meglio $2a$, e $3a$. Allora il numero 2, il numero 3 sono detti *coefficienti*. Se la cifra numerica manchi, il *coefficiente* si sott'intende ed è 1: onde a è lo stesso che $1a$. Cotal cifra o *coefficiente* può essere indeterminato, può essere un numero qualunque, che io esprimessi anco mediante una lettera, per esempio m.

526. **Esponenti.** Quando invece di prendere la quantità a due volte, tre volte, volessi significare il prodotto della quantità a moltiplicata per se stessa una volta, due volte ecc., tanto potrei esprimerlo scrivendo aa ed aaa ecc. come scrivendo a^2 , a^3 ecc. La qual cifra posta a destra ed in alto di a

o d'altra quantità qualunque, chiamasi come ho detto § 518, *esponente.* Ove quest' esponente manchi, si sott'intende ed è l'unità, onde $a = a^1$.

527. **Apici.** Qualche volta si aggiunge alle lettere un piccolo segno, questo dicesi apice come a', b'' e leggesi *a prima*, *b seconda* ecc.

[4] Osservazioni.

528. **Distinzioni.** Non è da confondere l'*apice* coll'*esponente* nè questo col *coefficiente*: perciò per notare un numero n di apici di cui vogliasi contrassegnare la quantità b si scrive (n): e per significare il numero esprimente il coefficiente si scrive solo n. Dunque $a^{(n)}$ esprime a con gli apici n: ed a^n esprime a coll'esponente n.

Riassumo le tre diverse indicazioni:

$a + a + a$ . . . . $= na$, dove n è il coefficiente 3
$aaaa$ . . . . $= a^n$, dove n è l'esponente 4.
a''' . . . . $= a^{n)}$, dove (n) è l'apice $'''$.

529. **Riduzioni.** Quando più termini sono simili, cioè formati con lettere che abbiano lo stesso *esponente,* o se hanno *apice,* collo stesso *apice,* si riuniscono ad un solo coefficiente, così $a + 3\,a + 4\,a = 8\,a$. Ma questo accade soltanto quando hanno segni eguali: chè anche $-\,a - 3\,a - b\,a$ si riduce e scrivesi $-\,10\,a$. Invece si cancellano quelle quantità eguali che con eguali cofficienti hanno segni contrarii. Così $24 + b - 24$ rimane solo $+\,b$. Similmente accade ancorchè avessero coefficienti e quindi $e^2 - 3\,x + 4\,e^2 - 8\,x = 5\,e^2 - 11\,x$.

530. **Ordinare** un *polinomio*, è, dopo averlo ridotto (§ 529), scrivere i suoi diversi termini in tal ordine che gli esponenti d'una stessa lettera vadano sempre aumentando, o diminuendo da un termine all'altro; onde il *polinomio* è ordinato secondo le potenze *crescenti* o *decrescenti* di quella lettera la quale chiamasi *ordinatrice* (1). Per esempio il polinomio

$$10\,a\,b^2\,x^3 + 6\,a^2\,b^2\,x^2 - 8\,a^4\,b\,x$$

sarebbe ordinato secondo le potenze crescenti di a, e secondo le decrescenti di x. Per solito si preferisce l'ordine decrescente delle potenze dell'incognita. Ne' monomii o termini si segue l' ordine dell' alfabeto: quindi scrivesi $a\,b\,c$ piuttosto chè $c\,b\,a$, e così $\gamma\,\pi$ piuttostochè $\pi\,\gamma$. Tutto ciò vale per facilitare le operazioni di calcolo, sia sui monomii e polinomii che su l'equazioni.

531. **Avvertenze.** Un termine algebrico, ancorchè espresso con un semplice a, si compone sempre di quattro parti; 1.° del *segno* che lo precede (e quando manchi sottintendesi il $+$); 2.° delle *lettere* che contiene;

---

(1) SONNET. V. loc. cit. pag. 10.

3.° del *coefficiente* cui è unito (e se manchi sottintendesi l'1. § 526); 4.° dell'*esponente* di ciascuna lettera (il quale pure se manchi è l'1. § 527).

532. I vocaboli di cui s'è detto, non offrono tutti la precisione matematica nel loro significato. Per esempio in realtà l'espressione $a\,b$ non sarebbe un *monomio*, e sarebbe un binomio quanto 'l sia $a + b$, giacchè $a\,b$ indica $a \times a$; lo stesso sarebbe per $4\,m\,n\,x$, il quale in sostanza è il compendio di $4 \times m \times n \times x$, quadrinomio quanto possa esserlo $4 + m + n + x$: ma s'è convenuto di chiamare monomio o termine tutte le parti di un' espressione algebrica, distinte fra loro coi segni $+$, o $-$. Quindi anche $m \sqrt{a}\, e\, f^2$ è un monomio benchè siavi un segno radicale all' a, ed un esponente all' f. Ad onta di questi riflessi è sempre miglior partito proseguire ad intendere i diversi vocaboli, e modi d'esprimere secondo l'uso comunemente accettato; perchè s' incoglierebbero difficoltà più gravi, introducendo modificazioni non rigorosomente indispensabili.

Art. 2° Le 4 Operazioni.

533. Non poche volte gli uomini, per le cose che disconoscono, esagerano le difficoltà dello apprenderle, perchè ne ripudiano il fastidio: onde avviene che alcuni studi si tengano per ardui, assai più che nol sono. Del che non è forse esempio manifesto, quanto quello delle elementari nozioni dell'algebra. La quale nelle sue prime *operazioni* ha mezzi così facili e intendevoli, che molte volte si pretende dall'intelligenza de' fanciulli calcoli, e sforzi di memoria assai più lunghi e laboriosi, sprecandovi preziosi anni che impiegherebbero assai meglio nell'apprendimento delle preliminari dottrine matematiche. Dal che l'agronomo trarrà ulteriore convincimento della convenienza di apprenderle, almeno nella limitata estensione adottata in questo e nel seguente Capitolo, pe' quali, le fondamentali nozioni d'Algebra e di Geometria, siccome fo stima, non gli appariranno così fatichevoli, ed aride, come per avventura si suole dai pratici per lo più ritenere.

[1] Quantità intere.

534. **Somma.** Per sommare le quantità algebriche, basta *scriverle una dopo l'altra coi segni che hanno*, e fare la *riduzione* se ha luogo. Se sieno da sommare le quantità $x\,y$, z^3, u, $-\,t$, $-\,2^3$, la loro somma sarà $xy + 2 + u - t$ ecc. Se le lettere sieno simili tra loro, se ne sommano i coefficienti numerici: così a sommato con a, scrivesi $2a$; e $10m$ sommato con $m + x$ scrivesi $11\;m + x$.

535. Quando sieno da sommare due o più polinomii, si deono scrivere i termini del secondo coi loro segni che hanno, dopo il primo; e così quelli del terzo dopo il secondo ecc. Se vi sieno termini simili, se ne fa la *riduzione*. Per esempio la somma dei due polinomii

$$\begin{array}{r} 4\,a^3\,x^2 - 6\,a^2 + m\,n + d \\ 5\,a^3\,x^2 - 3\,a^2 + 2\,m\,n + f \\ \hline \end{array}$$

si riduce a $9\,a^3\,x^2 - 9\,a^2 + 3\,m\,n + d + f$.

Noti l'agronomo che l'addizione algebrica può talora dare per somma l'equivalente alla differenza tra le due quantità sommate. Infatti se si voglia sommare la quantità a coll'altra $-b$, la somma si fa scrivendo semplicemente $a - b$. Per usare di volgare similitudine, l'algebra soddisfa in questo caso al problema di chi volesse sommare un credito con un debito. Esprimendo con a un credito di 1000 lire, e con $-b$ un debito di lire 600, la somma delle due quantità è $a - b$, cioè $1000 - 600$, lo che dà il residuo di 400, quale appunto si ha sommando quel credito con quel debito.

536. **Sottrazione.** Per sottrarre, basta *cambiare i segni alle quantità da sottrarre* e scriverle dopo l'altre da cui sottrarre si denno, fatta la riduzione se ha luogo. È ben chiaro che per sottrarre r da p scriverò $p - r$, ch'è il caso di sottrarre una dall'altra due quantità *positive*. Ora suppongasi di dover sottrarre dal binomio $a - b$ il binomio $c - d$. Se si sottraesse la sola quantità c, si sopprimerebbe dal valore di $a - b$ una quantità troppo grande, e il risultato sarebbe più piccolo di tutto il valore d. Dovendo adunque sottrarre non il valore c, ma $c - d$, quando col cambiare il segno di c vengo a sottrarlo per intero, affinchè il risultato torni esatto conviene ch'io v'aggiunga quella quantità d. Perciò l'espressione di $c - d$, sottratto da $a - b$, sarà $a - b - c + d$: cioè debbo cangiare i segni alle quantità da sottrarre, in negativi i positivi, e per l'opposito in positivi i negativi.

537. **Esempio di sottrazione.** Perchè si comprenda meglio la ragione di cambiare i segni *negativi* ne' *positivi*, si supponga che a esprima 10; b sia 2; c sia 4, e d sia 2. Sarà $a - b$ lo stesso che $10 - 2$ ossia 8: se cambio il segno positivo c nel negativo, avrò $8 - c$ ossia $8 - 4$ il cui risultato è 4. Ma da $a - b$ ossia da 8 io debbo sottrarre non 4, ch'è il valore di c, ma 3 ch'è il valore di $c - d$. Ora io l'ottengo appunto, aggiugnendo il valore di d ch'è 1 a quel risultato conseguente dal sottrarre soltanto c da $a - b$. Infatti $10 - 2 - 4 + 1$ è realmente 5, come dee risultare sottraendo il $c - d$ (ch'è $4 - 1$, cioè 3) da $a - b$ (ch'è $10 - 2$, cioè 8).

538. Sia da operare la sottrazione pe'due seguenti polinomii

$$9\,a^3 x^3 - 4\,a^2 x^2 - 4\,a\,x^4 + x^5$$
$$4\,a^3 x^3 - 6\,a^2 x^2 + 7\,a\,x^4 - 9\,x^5.$$

Si otterrà prima il risultato che si ha scrivendo il secondo coi segni opposti, successivamente al primo, cioè
$9\,a^3 x^3 - 4\,a^2 x^2 + 4\,a\,x^4 + x^5 - 4\,a^3 x^3 + 6\,a^2 x^2 + 7\,a\,x^4 - 9\,x^5$;
ma facendo le debite osservazioni si troverà che $9\,a^3 x^3 - 4\,a^3 x^3$ è lo stesso che $5\,a^3 x^3$; così $-4\,a^2 x^3$ e $+6\,a^2 x^3$ equivale a $2\,a^2 x^3$ e via dicendo. Laonde si ricaverà per risultante della richiesta *sottrazione*, l'espressione,

$$5\,a^3 x^3 + 2\,a^3 x^2 - 11\,a\,x^4 + 10\,x^5$$

Per altro esempio dal polinomio $3\,a^2 + 4\,a\,b + b^2$
sottraendo l'altro $3\,a^2 - 4\,a\,b + b^2$

si forma il polinomio $3\,a^2 + 4\,a\,b + b^2 - 3\,a^2 + 4\,a\,b - b^2$
che riducesi al solo termine $8\,a\,b$

Se l'agronomo si proverà a sostituire numeri alle lettere a e b, e vorrà comporne le quantità indicate da questi polinomii, indi eseguire la sottrazione del secondo dal primo, rileverà quante lunghe operazioni occorrono prima di ottenere il semplice residuo $4\,a\,b$, che l' algebra ha fatto conseguire con tanta speditezza.

539. **Uso delle parentesi.** Quando si hanno *polinomii* da sommare e da sottrarre e di cui qualche volta occorre conservare intatta la forma primitiva, si fa uso delle parentesi (§ 513), e il segno che le precede indica le operazioni da fare ne' termini compresi tra le medesime. Così nel caso precedente per esprimere la sottrazione di $c - d$ da $a - b$, senz'alterare le loro forme si può scrivere $(a - b) - (c - d)$.

540. **Segno di differenza.** Qualche volta si vuol tener calcolo della differenza tra due quantità, qualunque sia di loro la maggiore. A ciò serve il segno $\backsim$ (§ 518) il quale p. es. scritto tra a e b, come $a \backsim b$ indica $a - b$ quando a superi b cioè sia $a > b$, e similmente $b - a$ se sia $b > a$, o quanto dire $a < b$.

541. **Moltiplicazione.** Ogni termine componendosi di 4 parti (§ 531) la *moltiplicazione* algebrica di due o più termini ha pure 4 distinte regole.

1ª **Regola** *pei segni. I fattori con segni simili danno il prodotto col segno* $+$, *i fattori con segni dissimili danno il prodotto col* $-$. Se debbo prendere la quantità $+ a$ un numero $+ b$ di volte, il prodotto sarà evidentemente positivo. Dunque $+ a$ moltiplicato per $+ b$ cioè $+ a \times b = a\,b$. Ma perchè $+ a$ moltiplicato per $- b$ dee fare $- a \times b$? E perchè invece $- a$ moltiplicato per $- b$ dee fare $+ a \times b$? La dimostrazione se ne avrà più sotto § 544 e seguenti.

2ª **Regola** *per le lettere. Le lettere intendonsi moltiplicate quando sono scritte di seguito senza segno intermedio.* Onde $a \times b$ è lo stesso che $a\,b$: (§ 118).

3ª **Regola** *pei coefficienti. I coefficienti* si moltiplicano insieme come nell' aritmetica e col loro prodotto si compone il coefficiente del prodotto algebrico: così $3\,a \times 9\,a$ è $27\,a$. E $3\,x \times 2\,y = 6\,x\,y$.

4ª **Regola** *per gli esponenti. Dovendo moltiplicare una lettera con esponente, per la stessa lettera pure con esponente, scrivesi la lettera con esponnente eguale alla somma dei due primitivi.* Infatti moltiplicare a^2 per a^3 è lo stesso che moltiplicare $a\,a$ per $a\,a\,a$: lo che si eseguisce, come è detto sopra, scrivendo $a\,a\,a\,a\,a$. Ma $a\,a\,a\,a\,a$ è lo stesso che a^5, e l'esponente 5 è la somma degli esponenti 2, e 3. Quindi rimane evidente la esposta regola. Perciò il prodotto di a^m moltiplicato per a^n sarà a^{m+n}

542. **Moltiplica de polinomii.** Se debbasi moltiplicare $a + 3\,c - d$ per $2\,a - d$, si ha da *moltiplicare ciascun termine d'un fattore per ciascun termine dell altro fattore*, e si eseguisce di questo modo.

$$
\begin{array}{rl}
a + 3\,c - d & \\
2\,a - d & \\
\hline
2\,a^2 + 6\,a\,c - 2\,a\,f & \\
- a\,f - 3\,e\,f + 5\,f & \\
\hline
\text{Somma ridotta } 2\,a^2 + b\,a\,c - 3\,a\,f - 3\,c\,f + d\,f &
\end{array}
$$

Moltiplicando prima a per $2a$ si ha il prodotto $2a^2$: poi moltiplicato per lo stesso $2a$ il $+3c$ si ha $6ac$; indi il $-d$ si ha $-2ad$. Eseguendo lo stesso con $-f$, si ha da $a \times -f$, il $-af$; poi da $3c \times -f$ si ha $-3cf$; infine da $-f \times -d$ si ha $+df$. E riducendo rilevo la ridotta somma, sopra notata.

543. **Applicazione numerica.** Moltiplicare -4 per 6 è trovare il numero esprimente 6 volte la quantità -4. Dunque se 4×6 dà il prodotto 24, per l'opposito -4×6 darà -24. Invece -4 moltiplicato per -6 dà il prodotto *positivo* 24 come è chiarito dai § seguenti. Se sia da moltiplicare 2^2 per 2^3 il prodotto sarà 2^5. Infatti $2^2 = 4$, e $2^3 = 8$; ma $4 \times 8 = 32$, appunto eguale a 2^5.

544. **Dimostrazione** che *due fattori negativi danno il prodotto positivo, e due fattori con segni contrarii danno il prodotto negativo.*

Esempio 1.° Se io debba dare 100 chilogrammi di farina e 30 litri di vino a un certo numero di persone, meno cert'altro numero di esse che non ne deono avere, se io esprima per a i 100 chilogrammi di farina, per b i 30 litri, per c il numero di persone cui deesi distribuire, e per d il numero di quelli che non deono averne, è come se io abbia da moltiplicare il *binomio* $a + b$ per l'altro $c - d$. Seguendo le regole accennate porrò

$$\begin{array}{r} a + b \\ c - d \\ \hline ac + bc \qquad\quad \\ - ad - db. \\ \hline ac + bc - ad - bd \end{array}$$

Ponendo ora i numeri rispettivamente designati dalle lettere a e b, e supponendo il numero c eguale a 20, e il numero d eguale a 10, avrò:

il *prodotto* $ac + bc - ad - db = 100 \times 20 + 30 \times 20 - 100 \times 10 - 30 \times 10 = 100 \times 10 + 30 \times 10$, cioè dovrò distribuire 100 chil. di farina dieci volte, e così pure 30 litri di vino dieci volte, perchè infatti $c - d$, numero degli uomini cui doveva farsi la distribuzione, è appunto 10. Da quest'esempio adunque si rileva che le quantità positive a e b quando erano moltiplicate per la negativa d, doveano dare un prodotto *negativo*.

545. **Esempio** 2.° Se invece io avessi una quantità a di farina meno una parte b da ritenere, e la dovessi distribuire al numero c di uomini meno un numero di loro d, dovrei fare la moltiplica come segue:

$$\begin{array}{r} a - b \\ c - d \\ \hline ac - bc \qquad\quad \\ - da + bd \\ \hline ac - bc - da + bd \end{array}$$

Suppongasi $a = 100$, e $b = 30$, essendo $c = 20$ e $d = 10$; sostituendo questi numeri al prodotto ottenuto sarà;

$ac - bc - da + bd = 100 \times 20 - 30 \times 20 - 100 \times 10 + 30 \times 10$ onde $2000 - 600 - 1000 + 300 = 2300 - 1600 = 700$.

Ed infatti se io dovea distribuire 70 chilogrammi (100 — 30) a 10 (20 — 10) persone, il prodotto di 70 per 10 è appunto 700. Questo prova adunque che la quantità negativa b moltiplicata per la negativa d, dovea dare un prodotto positivo.

546. **Raziocinio.** Gli adotti esempi hanno argomentato coll'applicazione pratica l'esattezza della regola, che il *prodotto delle quantità negative per le positive*, è *negativo* e invece il *prodotto delle quantità negative* è *positivo.* Questa però è dimostrazione direi quasi di fatto non tale da indurre il convincimento della ragione del fatto medesimo. Se si rammenta che *positivo* significa il contrario del modo di essere del *negativo*, è facile indurne che la negazione di una quantità, quando si riferisce a ciò che esiste, esprime realmente il diffalco d'una quantità positiva. Invece il sottrarre cosa esprimente la negazione di una quantità, equivale all'ordinaria espressione nel linguaggio comune della doppia negazione. *Io non voglio essere lodato*, esprime rifiuto o negazione di lode: in questo caso *non voglio* è il negativo, l'essere lodato è il *positivo*, e il risultato è negativo quanto possa essere il $-ab$ derivato da $-a \times +b$, o viceversa. Se invece si dica, *non si può non ammettere il tal fatto,* ovvero è *impossibile negarne l'esistenza,* tutti ne conchiudono una affermazione positiva come se si fosse detto *si deve ammettere il tal fatto,* ovvero *è accertata la sua esistenza.* Per ispiegarci con dati numerici, se l'agronomo supponga di avere nel suo granaio uno smanco annuo di 20 ettolitri di frumento, e colla sostituzione di altro custode riconosca più non accadere cotale diminuzione, egli ha il positivo risultato di 20 ettolitri sottratti ad una indebita sottrazione. Adunque il pretendere che $-a$ moltiplicato per $-b$ sia $= +ab$, vale quanto dire che la privazione della privazione di un oggetto, equivale al positivo possesso di quell'oggetto. Per esprimere più specificato il caso della moltiplica, egli è come se si ponga il seguente caso. Un fittaiuolo deve pagare in 10 anni la somma annua di 1000 lire: però gli si accorda di non pagare 100 lire l'anno, salvochè di questa esenzione non potrà godere negli ultimi tre anni. La total somma d'affitti è lire $1000 \times 10 - 100 \times (10 - 3)$, ossia $1000 \times 10 - 100 \times 10 + 100 \times 3$. Questa espressione si riduce a $10000 - 1000 + 300$, cioè $10300 - 1000$, o per totale L. 9300; ma se il $-100 \times (10 - 3)$ si fosse tradotto in $-100 \times 10 - 100 \times 3$, il risultamento sarebbe stato un errore.

547 Occorre qui offerire gli esempi di tre moltipliche di frequente uso nell'algebra

1° Sia da moltiplicare $a + b$ per la stessa quantità $a + b$; lo che equivale a trovare il quadrato ossia la seconda potenza della quantità $a + b$.

Moltiplicando . .	$a + b$
Moltiplicatore . .	$a + b$
Prodotto per a . .	$a^2 + ab$
Prodotto per b . .	$ab + b^2$
Prodotto totale	$a^2 + 2ab + b^2$

Abbiamo trovato (§ 235) che il *quadrato* d'un numero composto di de-

cine e d'unità consta di tre parti: la *prima* è il quadrato delle decine; la *seconda* il doppio prodotto delle decine per le unità; la *terza* il quadrato delle. unità. Ora lo stesso ci ha fornito l'algebra, cercando il quadrato del binomio $a + b$, dove si supponga che la prima lettera esprima delle decine, e la seconda delle unità. Infatti si è ottenuto un prodotto di tre parti: la *prima* il quadrato della quantità a: la *seconda* il doppio prodotto di a per b: la *terza* il quadrato di b. Suppongasi $a = 10$, e $b = 2$ il binomio $a + b$ sarà $10 + 2$: e il suo prodotto pure per $10 + 2$, sarà $10^2 + 2 \times 10 \times 2 + 2^2 = 100 + 40 + 4 = 144$.

548. II°. Sia invece da moltiplicare $a - b$ per la stessa quantità $a - b$.

Moltiplicando . .	$a - b$
Moltiplicatore . .	$a - b$
Prodotto per . .	$a^2 - a\,b$
id. per b .	$- a\,b + b^2$
Prodotto totale	$a^2 - 2\,a\,b + b^2$

Da ciò rilevasi che il quadrato della differenza tra due quantità, non varia da quello della loro somma che nella sottrazione del doppio loro prodotto che sarà da scemare da quella dei loro quadrati, invece di aggiugnerla come nel caso precedente.

549. III° Infine vogliasi moltiplicare $a + b$ per $a - b$.

Moltiplicando . .	$a + b$
Moltiplicatore . .	$a - b$
Prodotto per $+ a$. .	$a^2 + a\,b$
id. per $- b$.	$- a\,b - b^2$
Prodotto totale	$a^2 - b^2$

Ritengasi adunque che: I° la somma di due quantità, moltiplicata per la loro somma, equivale ai loro quadrati e *più* il doppio prodotto delle due quantità. II° la differenza loro moltiplicata pure per la loro differenza, equivale ai loro quadrati, *meno* la somma dei loro prodotti. III° la somma infine moltiplicata per la differenza, equivale alla differenza dei loro quadrati. Inoltre è da avvertire che il prodotto ascende al grado equivalente alla somma dei gradi dei due fattori.

550 **Divisione.** Come per la moltiplicazione, così hanno luogo per la divisione analoghe regole.

1ª **Regola pei segni.** *Le quantità coi segni simili danno il quoziente col segno positivo; quelle con segni diversi lo danno col negativo.* Avendo dimostrato che $- 4 \times 6$ dà il prodotto $- 24$, è evidente che $- 24$ diviso per $- 4$ dà per quoziente 6: ed invece lo stesso $- 24$ diviso per 6 dà il quoziente $- 4$.

2ª **Regola per le lettere.** *Per dividere le quantità espresse da lettere, si forma un rotto come pei numeri, e si cancellano le lettere simili che*

si trovano nel dividendo e nel divisore. Se vogliasi sapere quante volte nella quantità $a\,b\,c$, entri la quantità a si porrà

$\frac{a\,b\,c}{a}$ e cancellando le lettere simili il quoziente è $b\,c$

cioè a dire l'a entra $b\,c$ volte nella quantità $a\,b\,c$.

3ª **Regola per gli coefficienti.** *Dividonsi i coefficienti come nell'aritmetica, cioè scrivendo il quoziente esatto, se sono divisibili senza resto; o formandone un rotto se non lo sono:*

dividere $25\,a$ per $5\,b$ dà per quoziente $5\,a\,b$

4ª **Regola per gli esponenti.** Per dividere una lettera con esponente, per la stessa lettera pure con esponente, scrivesi nel quoziente la lettera con esponente eguale alla differenza dei due primi. Per dividere $5\,a^4\ b^3$ per $a\,b^2$ è lo stesso che scrivere

$\frac{5\ a\,a\,a\,a\,b\,b\,b}{a\ b\ b}$ e cancellando le lettere simili, se ne trae il quoziente $5\,a\,a\,a\,b$ $= 5\,a^{4-1}\,b^{3-2} = 5\,a^3\,b$

551. **Esempi.** Sia da dividere $4\,a\,c^3\,d\,e^3$ per $-\,2\,6d^3\,e^3\,f$. I segni essendo dissimili, il quoziente avrà il segno negativo, onde $+\,4$ diviso per $-\,2$ dà il quoto $-\,2$, come si è detto per $-\,24$ diviso da $+\,6$. Di poi si tolgono nel dividendo le lettere del divisore e si forma un rotto colle rimanenti. Perciò il quoziente cercato è $-\,2\,a\,c^3$ diviso per $6\,d^2\,f$. Dunque

$$\frac{4\,a\,c^3\ d\,e^3}{-\,2\,b\,d^3\ e^3\ f} = -\,\frac{2\,a\,c^3}{b\ d^2\ f};\quad \frac{3\,m\,n\,o}{3\,m\,n\,o} = 1\ ;\ \text{e}\quad \frac{-\,b\,a\,g\,h}{-\,3\,a\,g\,h} = +\,2;$$

552. **Divisione dei polinomii.** Si dividono come nell'aritmetica, ma si ordinano i termini, onde il primo abbia per esempio una lettera (comune al *dividendo* e al *divisore*) col massimo esponente; il secondo abbia la stessa lettera coll'esponente prossimamente minore, e così via dicendo. Quando si riconosce che i termini di un polinomio hanno un fattore comune, si decompone il polinomio in due fattori l'uno de' quali sia quel termine fattore. Così se si abbia il polinomio

$$3\,a^3\ b\,x^3\ +\ 12\ a^4\ bx^2\ -\ 24\ a^5\ bx$$

essendo esso divisibile per $3\ a^2\ b\,x$, e dando per quoziente

$$ax^2\ +\ 4\ a^2\ x\ -\ 8\ a^3$$

il polinomio si potrà scrivere nel seguente modo

$$(a\,x^2\ +\ 4\ a^2\ x\ -\ 8\ a^3\ )\ (3\ a^2\ b\ x)$$

553. Debbasi dividere un polinomio per altro polinomio.

Dividendo $30\,a^2\ x^3\ -28\,a^3\ x^4\ -\,3\,a^4\ x^3\ +\,5\,a^5\ x^2\ -\,14\,a^6\,x\,+\,3\,a^7$

Divisore $5\ a\,x^3\ -\ 3\ a^2\ x^2\ -\ 4\ a^3\ x\ +\ a^4$

Scrivasi il divisore a destra del dividendo, ordinandoli in rapporto alle potenze d'una stessa lettera, se già non lo sieno. Si separino con una linea

verticale: poi con linea orizzontale al dissotto del divisore, e sopra al posto dove è da scrivere il quoziente.

Divisore

$$5\,a\,x^3 - 3\,a^2\,x^3 - 4\,a^3\,x + a^4$$

$$6\,a\,x^2 - 2\,a^2\,x - 3\,a^3 \quad \text{Quoziente}$$

Dividendo

$$30\,a^2\,x^5 - 28\,a^3\,x^4 - 3\,a^4\,x^3 + 5\,a^3\,x^2 - 14\,a^6\,x + 3\,a^7$$

$$-30\,a^2\,x^5 + 18\,a^3\,x^4 + 24\,a^4\,x^5 - 6\,a^5\,x^2$$

1° resto $$-10\,a^3\,x^4 + 21\,a^4\,x^3 - a^5\,x^2 - 14\,a^6\,x + 3\,a^7$$

$$+10\,a^3\,x^4 - 6\,a^4\,x^3 - 8\,a^5\,x^2 + 2\,a^6\,x$$

2° resto . . . . . $$+15\,a^4\,x^3 - 7\,a^5\,x^2 - 12\,a^6\,x + 3\,a^7$$

$$-15\,a^4\,x^3 + 9\,a^5\,x^3 - 12\,a^6\,x - 3\,a^7$$

3° resto . . . . . $$0 \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

554. Per l'esposta regola de' segni, il primo termine del divisore essendo positivo, il primo termine del quoziente sarà positivo. Si divide adunque $30\,a^2\,x^3$ per $5\,a\,x^3$ lo che dà $6\,a\,x^2$ che si scrive al dissotto del divisore, al posto di primo termine del quoziente.

Il dividendo essendo il prodotto del divisore pel quoziente, contiene tutti i prodotti parziali del divisore pei diversi termini del quoziente. Trovato perciò il primo termine del quoziente si può moltiplicare il divisore pel medesimo, e sottrarne il prodotto dal dividendo, e il resto sarà un nuovo dividendo come accade nella divisione aritmetica. Ora tale calcolo si fa di questo modo:

$+ 5\,a\,x^3$ moltiplicato per $6\,a\,x^2$ fa $30\,a^2\,x^5$ che per sottrarlo scrivesi sotto al dividendo col segno negativo, cioè $-30\,a^2\,x^5$;

$-2\,a^2\,x^2$ moltiplicato pure per $6\,a\,x^2$ fa $-18\,a^3\,x^4$ che per sottrarlo dal dividendo scrivesi dopo il prodotto $-30\,a^2\,x^5$, e col segno contrario cioè $+18\,a^3\,x^4$

$-4\,a^3\,x$ moltiplicato sempre per $6\,a\,x^2$ fa $-24\,a^4\,x^3$ e quindi per sottrarlo dal dividendo vi si scrive sotto col contrario segno, cioè $+24\,a^4\,x^3$

$+ a^4$ infine moltiplicato per $6\,a\,x^2$ dà $6\,a^5\,x^2$ che pure scrivesi al seguito dei tre prodotti già trovati, e col segno contrario, cioè $-6\,a^5\,x^2$

Tirata la linea orizzontale al dissotto del polinomio sottratto, operata la sua riduzione, se ne ricava quel primo resto

$$-10\,a^3\,x^4 + 21\,a^4\,x^3 - a^5\,x^2 - 14\,a^6\,x + 3\,a^7$$

Il qual primo resto è evidentemente il prodotto del divisore per l'insieme de' termini ancora ignoti del quoziente. Siccome trovasi ordinato come il divisore, il suo primo termine è il prodotto esatto del primo termine del divisore per il primo nuovo termine da trovarsi del quoziente. Quindi si ricaverà questo nuovo termine che sarà il secondo del quoziente, dividendo il primo termine del primo resto (o secondo dividendo) pel primo termine del divisore. Ora

$$-10\,a^3\,x^4 \text{ diviso per } +5\,a\,x^3 \text{ dà } -2\,a^2\,x$$

quindi scrivesi $-\ 2\ a^2 x$ per secondo termine del quoziente. Di poi per esso moltiplicasi il divisore, sottraesi il prodotto dal 1° resto, scrivendolo sotto al medesimo con segni contrari, e si ottiene (come si è fatto pel 1° resto) un secondo resto, sul quale si opera similmente.

555. La **regola** adunque *per dividere i polinomii* consiste in questo:

1° scrivere il *divisore* alla destra del *dividendo*, ordinandoli rapporto alle potenze d'una stessa lettera; separandoli con tratto verticale, e tracciando una linea orizzontale sotto al *divisore*.

2° dividere il primo termine del *dividendo* pel primo termine del *divisore*, onde se ne trae il primo termine del *quoziente*, e scrivesi al disotto del *divisore*.

3° moltiplicare il *divisore* pel trovato primo termine del *quoziente*, sottrarne il prodotto dal *dividendo*, e notare il 1° *resto*.

4° dividere il primo termine del 1° *resto* pel 1° termine del *divisore*; onde se ne ricava il secondo termine del *quoziente* che scrivesi di seguito al primo.

5° moltiplicare il *divisore* pel 2° termine del *quoziente*: sottrarne il prodotto dal 1° *resto*, e ricavarne un 2° *resto*, se ha luogo.

6° procedere similmente sul terzo *resto*, finchè si ottiene *zero*: il che accade quando il *dividendo* è il prodotto esatto del *divisore* per un polinomio intero.

556. **Avvertenza** 1ª. La divisione non può eseguirsi esattamente quando

1° il divisore contiene alcuna lettera che non sia nel dividendo;

2° la più alta potenza d'una lettera nel divisore superi la più alta della stessa lettera nel dividendo;

3° dopo ordinati dividendo e divisore rispetto alle potenze, il primo termine del dividendo non è esattamente divisibile pel primo del divisore, o il gruppo di termini il più elevato di quello, non lo è dal gruppo di termini più elevato di questo;

4° l'ultimo termine del dividendo non è esattamente divisibile dall'ultimo del divisore, o il gruppo meno elevato di quello, dal gruppo meno elevato di questo;

5° il primo termine, o il primo gruppo d'un resto non è esattamente divisibile dal primo termine, o dal primo gruppo del divisore.

557. **Avvertenza** 2ª. Quando nel processo dell'operazione rimane impossibile proseguire la divisione, il *resto* cui si è pervenuto chiamasi *resto dell'operazione*. Trovato il prodotto del *divisore* per la parte ottenuta di *quoziente*, sommandolo col resto dell'operazione si dee riprodurre il *dividendo*. Sia ad esempio

	Dividendo	Divisore
	$12\ a^2 x^3 + 7\ a^3 x^2 - 8\ a^4 x + 2\ a^5$	$4\ a x^2 + 5\ a^3 x - 6\ a^3$
	$-\ 12\ a^2 x^3 - 15\ a^3 x^2 + 18\ a^4 x$	$3\ a x - 2\ a^2$
1.° Resto .	$-\ 8\ a^3 x^2 + 10\ a^4 x + 2\ a^5$	
	$+\ 8\ a^3 x^2 + 10\ a^4 x - 12\ a^5$	
2.° Resto	$+\ 20\ a^4 x - 10\ a^5$	

In questo caso si sono ottenuti due termini al quoziente cioè $+\ 3\,a\,x$

e $- 2\, a^2$; ma il 2.° resto ha il termine $20\, a^4 x$ non divisibile dal primo termine del divisore, perchè contiene la lettera ordinatrice elevata a potenza di grado minore. Se si farà la moltiplica del divisore

$$4\, a\, x^2 + 5\, a^2\, x - 6\, a^3$$

pel quoziente trovato $3\, a\, x - 2\, a^2$

si avrà il prodotto $12\, a^2\, x^3 + 7\, a^3\, x^2 - 28\, a^4\, x + 12\, a^5$

cui aggiunto quel resto d'operazione $+ 20\, a^4\, x - 10\, a^5$

Torna il dividendo $12\, a^2\, x^3 + 7\, a^3\, x^2 - 8\, a^4\, x + 2\, a^5$

558. **Teorema di calcolo.** Sia m un numero intero ed abbiasi il binomio $x^m - a^m$ da dividere pel binomio $x - a$. L'operazione procede come segue:

Dividendo — Divisore

$x^m - a^m \quad | \; x - a$

$- x^m + a x^{m-1} \qquad x^{m-1}\; a x^{m-2} + a^2\, x^{m-3} + \text{ecc...} + a^{m-1}$ Quoz.

1.° Resto $+ a\, x^{m-1} - a^m$

$\qquad - a\, x^{m-1} + a\, x^{m-2}$

2.° Resto . . . . . $+ a^2\, x^{m-2} - a^m$

$\qquad - a^2\, x^{m-2} + a^3\, x^{m-3}$

3.° Resto . . . , ... $+ a^3\, x^{m-3} - a^m$ ecc.

. . . .

Penultimo Resto . . . . $+ a^{m-1}x - a^m$

$\qquad - a^{m-1}x + a^m$

Ultimo Resto . . . . $+ a^m - a^m$ ossia *zero*.

559. Questi binomii essendo ordinati secondo le potenze decrescenti di x, dividesi il primo termine x^m del divendo pel primo termine x del divisore: questo avendo per esponente 1, il quoziente parziale avrà per esponente la differenza tra m ed 1, che per qualsiasi valore di m, sarà $m - 1$; dunque il primo termine del quoziente sarà x^{m-1}. Moltiplicando il divisore per questo termine, si ha il prodotto $x^m - a\, x^{m-1}$. Per sottrarlo dal dividendo, $- x^m$ sottratto da x^m darà zero di resto e rimane $+ a\, x^{m-1}$ e di più il secondo termine del dividendo $- a^m$. Così proseguendo come il processo dell'operazione di sopra chiarisce, si rileva nei resti successivi che nel loro primo termine l'esponente di a va aumentando d'una unità, mentre quello di x d'altrettanto diminuisce. Quindi la somma dei due esponenti è sempre eguale ad m. Perciò deve aversi in fine un resto in cui x sia scomparso mentre l'esponente di a sarà divenuto m: ed allora il resto essendo $a^m - a^m$ cioè *zero* sarà dimostrato che $x^m - a^m$ è divisibile per $x - a$.

560. **Applicazione.** Se ne faccia un caso numerico relativamente al

valore di m. Sia per esempio di dividere $x^4 - a^4$ per $x - a$. Il calcolo è il seguente:

	Dividendo	Divisore
	$x^4 - a^4$	$x - a$
	$- x^4 + a x^3$	$x^3 + a x^2 + a^2 x + a^3$ Quoziente.
1.° Resto	$. + a x^3 - a^4$	
	$- a x^3 + a^2 x^2$	
2.° Resto	$. . . . + a^2 x^2 - a^4$	
	$- a^2 x^2 + a^3 x$	
3.° Resto	$. . . . . + a^3 x - a^4$	
	$- a^3 x + a^4$	
	0 0	

Il quoziente è rimarchevole perchè tutti i suoi termini sono positivi e l'esponente del primo termine scema di quanto cresce l'esponente del secondo.

561. Se si dovesse dividere $1 - x^{12}$ per $1 - x$, il quoziente sarebbe $1 + x + x^2 + x^3 + x^4 + x^5 + x^6 + x^7 + x^8 + x^9 + x^{10}$.

Se invece si dovesse dividere soltanto 1 per $1 - x$, il quoziente sarebbe

$$1 + x + x^2 + x^3 + x^4 \text{ ecc. all'infinito.}$$

Se infine fosse da dividere 1 per $1 + x^2$, il quoziente $1 - x + x^4 - x^6 + x^8 -$ ecc. in infinito.

[2] Frazioni.

562. **Frazione algebrica.** Nell'esempio § 557 trovato il resto $20 a^4 x - 10 a^5$ non si può procedere alla divisione, e perciò rimane la frazione da indicare coll'espressione seguente:

$$\frac{20 a^4 x - 10 a^5}{4 ax^2 + 5 a^2 x - 6 a^3}$$

563. **Differenza dall'aritmetica.** Nelle frazioni ordinarie numeriche i due termini, cioè tanto il *numeratore* che il *denominatore* sono interi. Nelle algebriche i due termini possono avere qualunque valore, anche frazionario, negativo. Dunque la frazione algebrica è semplicemente l'*indicazione d'un quoziente*, in cui il dividendo assume il nome di numeratore, e il divisore quello di denominatore. Però il calcolo è analogo a quello delle frazioni ordinarie.

564. *Dividendo o moltiplicando ambedue i termini della frazione per la stessa quantità, punto non se ne altera il valore.*

Suppongasi che il numeratore della frazione algebrica sia $\frac{12}{10}$

e il denominatore $\frac{14}{22}$

il valore di una tal frazione risulterà da $\frac{12 \times 22}{10 \times 14}$

Se si moltiplichino i due termini $\frac{12}{10}$ e $\frac{14}{22}$ per $\frac{4}{3}$ essi diverranno

$\frac{12 \times 4}{10 \times 3}$ e $\frac{14 \times 4}{22 \times 3}$, e il loro quoziente $\frac{12 \times 4 \times 22 \times 3}{10 \times 3 \times 14 \times 4}$

evidentemente sopprimendo i fattori comuni 4, e 3 torna il quoziente

$$\frac{12 \times 22}{10 \times 14}$$

565. Lo stesso accade dividendo i due termini della frazione per una stessa quantità, così le espressioni

$$\frac{2m}{3n}\ ,\qquad \frac{4m^2}{6mn}\ ,\qquad \frac{4m^2 - 2mn}{6mn - 3n^2}$$

sono frazioni equivalenti perchè la seconda si ottiene moltiplicando la prima per $2m$, e la terza moltiplicandola invece per $2m - n$. Per converso la prima si ottiene dalla seconda dividendo questa per $2m$, oppure dalla terza divisa per $2m - n$.

566. **Riduzione delle frazioni.** Sopprimere i fattori comuni è semplificare le frazioni senza punto alterarle.

Nella frazione . . . $\frac{96m^3 n^2 x^4}{120m^2 nx^6}$

è facile rilevare che ciascuno de' termini è divisibile per $24m^2nx^4$: lo che operando, si riduce senza alterazione di valore alla più semplice

$$\frac{4mn}{5x^2}$$

Quando i due termini fossero polinomii, si cercano i fattori comuni a tutti i termini di ciascun polinomio, e qualche volta, se vi sono polinomii tra parentesi, riesce più facile trovare cotali fattori comuni, e dedurne polinomii più semplici.

Sia la frazione

$$\frac{36m^5 n^2 - 36m^3 n^4}{54m^4 n^3 - 108m^3 n^4 + 54m^2 n^5}$$

Quel numeratore si può ridurre a $36m^3 n^2 (m^2 - n^2)$, ovvero $36m^3 n^2 (m + n)(m - n)$ (la quale ultima espressione si trae dal calcolo § 549).

Quel denominatore per analoghi modi si riduce a

$54m^2 n^3 (m^2 - 2mn + n^2)$ ovvero $54m^2 n^3 (m - n)(m - n)$.

Ecco perciò quella frazione ridotta all'altre forme

$$\frac{36m^3 n^2 (m^2 - n^2)}{54m^2 n^3 (m^2 - 2mn + n^2)} \text{ o meglio } \frac{36m^3 n^2 (m + n)(m - n)}{54m^2 n^3 (m - n)(m - n)}$$

Ora in quest'ultima espressione i due termini si rilevano divisibili per $18\ m^2 n^2$ e di più per $(m - n)$. Fattane la soppressione rimane

$$\frac{2m\ (m + n)}{3n\ (m - n)} \quad \text{ossia} \quad \frac{2m^2 + 2mn}{3mn - 3n^2}$$

567. **Frazioni e interi.** Per le frazioni unite a quantità intere si può ridurle, come nell'Aritmetica, ad una sola espressione frazionaria.

Così l'espressione

$$4n + \frac{(m - n)^2}{m} \quad \text{equivalente a} \quad 4n + \frac{m^2 - 2mn + n^3}{m}$$

$$\text{siccome è } 4n = \frac{4mn}{m}, \text{ si pone } \quad \frac{4mn + m^2 - 2mn + n^2}{m}$$

$$\text{dalla quale } \quad \frac{m^2 + 2mn + n^2}{m} \quad \text{ch'è eguale (§ 548) a} \quad \frac{(m + n)^2}{m}.$$

Per converso può separarsi da una frazione la quantità intera che vi si comprendesse.

Se abbiasi la espressione

$$\frac{(m - n)^2}{m - 2n} \quad \text{equivalente a (§ 549)} \quad \frac{m^2 - 2mn + n^2}{m - 2n},$$

se si effettua la divisione, si ottiene per quoziente m e per resto n^2: può dunque, separando l'intero, scriversi come segue

$$m + \frac{n^2}{m - 2n}$$

568. **Somma delle frazioni.** Se le frazioni hanno lo stesso denominatore, basta sommare i numeratori, dando alla somma il comune denominatore. Se questo sia diverso, rendesi comune moltiplicando i termini di ciascuna frazione pel prodotto de' denominatori di tutte le altre.

Dovendo sommare insieme le tre frazioni

$$\frac{m^2 - mn}{m + n}; \quad \frac{m^2 + mn}{m - n}; \quad \frac{m^2 - n_2}{m};$$

si moltiplicano i due termini della prima per $m - n$, e per m
» della seconda per $m + n$, e per m
» della terza per $m + n$, e per $m - n$

e si hanno le tre seguenti frazioni col denominatore comune

$$\frac{m^4 - 2m^3 n + m^2 n^2}{m^3 - m^2 n}; \quad \frac{m^4 + 2m^3 n + m^2 n^2}{m^3 - m^2 n}; \quad \frac{m^4 - 2m^2 n^2 + m^4}{m^3 - m^2 n};$$

le quali sommate

$$\frac{m^4 - 2m^3 n + m^2 n^2 + m^4 + 2m^3 n + m^2 n^2 + m^4 - 2m^2 n^2 + n^2}{m^3 - m^2 n}$$

$$\text{e ridotte ci danno} \quad \frac{3m^4 + n^4}{m^3 - m^2 n}$$

569. **Sottrazione delle frazioni.** Ridotte allo stesso denominatore, si sottrae il numeratore d'una frazione da quello d'un'altra, e, dato al re-

siduo il denominatore comune, la nuova frazione è il residuo ottenuto dalla sottrazione di quelle due.

Dalla frazione $\frac{m + n}{m - n}$ sia da sottrarre la $\frac{m - n}{m + n}$

Ridotte al com. denom. saranno $\frac{m^2 + 2mn + n^3\ m^2}{m^2 - n^2}$ e $\frac{m^2 - 2mn + n^2}{m^2 - n^2}$

Sottraendo la seconda dalla prima, riducesi a $\frac{4mn}{m^2 - n^2}$

570. **Moltiplicazione delle frazioni.** Per moltiplicare una frazione per una quantità intera, basta moltiplicare per questa il numeratore di quella e dare al prodotto il denominatore.

Suppongasi di dovere moltiplicare a per $\frac{b}{c}$ sarà $\frac{ab}{c}$ il prodotto

Ora facciasi $a = \frac{4}{18}$; $b = \frac{10}{6}$; $c = \frac{14}{8}$

La frazione $\frac{b}{c}$ avrà per valore il quoziente di $\frac{10}{6}$ diviso per $\frac{14}{8}$

cioè $\frac{10 \times 8}{6 \times 14}$

e il suo prodotto per a, cioè per $\frac{4}{18}$ sarà $\frac{10 \times 8 \times 4}{6 \times 14 \times 18}$

Se ora si moltiplichi b per a, il prodotto ab sarà $\frac{10}{6} \times \frac{4}{18}$,

cioè $\frac{10 \times 4}{6 \times 18}$,

al quale prodotto si dee dare c per denominatore, cioè $\frac{14}{8}$ onde si dee cercare il quoziente di $\frac{10 \times 4}{6 \times 18}$ diviso per $\frac{14}{8}$, che sarà $\frac{10 \times 4 \times 8}{6 \times 18 \times 14}$ evidentemente eguale a quello già trovato $\left(\text{riducendosi l'uno e l'altro a } \frac{320}{1512}\right)$. nè avendo altra diversità che l'ordine di posizione dei fattori, lo che è indifferente.

571. **Osservazioni.** Se si dovesse moltiplicare $\frac{mn}{m^2 - n^2}$ per $m - n$

il prodotto sarebbe $\frac{mn\,(m - n)}{m^2 - n^2}$, o $\frac{mn\,(m - n)}{(m + n\,(m - n)}$ ovvero $\frac{mn}{m + n}$.

Questo dimostra che per moltiplicare quella frazione bastava dividere il suo denominatore per $m - n$.

Quando si avesse la frazione $\frac{m}{n}$ da moltiplicare per n, si otterrà $\frac{mn}{n}$

lo che equivale ad m. E questo rivela che per moltiplicare una frazione per una quantità eguale al suo denominatore, basta semplicemente sopprimerlo.

Diffatti, se voglio prendere 5 volte la quinta parte d'uno scudo è lo stesso che s'io prenda l'intero scudo.

572. **Per moltiplicare una frazione per un'altra** si moltiplicano tra loro i numeratori, e tra loro pure i denominatori.

Sia $\frac{a}{b}$ da moltiplicare per $\frac{m}{n}$: e sia $a = \frac{10}{6}$; $b = \frac{14}{8}$; $m = \frac{4}{18}$; $n = \frac{22}{16}$

Il valore di $\frac{a}{b}$ è il quoziente di $\frac{10}{6}$ diviso per $\frac{14}{8}$; ossia $\frac{10 \times 8}{6 \times 14}$

Quello di $\frac{m}{n}$ è il quoziente di $\frac{4}{18}$ diviso per $\frac{22}{16}$; ossia $\frac{4 \times 16}{18 \times 22}$

Quindi il prodotto di $\frac{a}{b} \times \frac{m}{n}$ sarà $\frac{10 \times 8 \times 4 \times 16}{6 \times 14 \times 18 \times 22}$.

Se si moltiplicano i numeratori a ed m, cioè $\frac{10}{6}$ per $\frac{4}{18}$ il prodotto è $\frac{10 \times 4}{6 \times 18}$.

Similmente moltiplicando i denominatori b ed n ossia $\frac{14}{8}$ per $\frac{22}{16}$ si ha $\frac{14 \times 22}{8 \times 16}$.

Dunque la frazione algebrica che avrà per numeratore il prodotto dei numeratori delle date frazioni, e per denominatore il prodotto de' loro denominatori, sarà

il quoziente di $\frac{10 \times 4}{6 \times 18}$ per $\frac{14 \times 22}{8 \times 16}$ cioè a dire $\frac{10 \times 4 \times 8 \times 16}{6 \times 18 \times 14 \times 22}$

risultato eguale al precedente, non variando che nell'ordine de' fattori.

Quando fosse da moltiplicare $\frac{6\,m\,n}{m^2 - n^2}$ per $\frac{m + n}{2\,m}$ se ne trarrebbe il prodotto $\frac{6\,m\,n\,(m + n)}{2\,m\,(m^2 + n^2)}$ ossia $\frac{6\,m\,n\,(m + n)}{2\,m\,(m + n)\,(m - n)}$ o infine $\frac{3\,n}{m - n}$

573. **Divisione.** Per analoghe dimostrazioni, circa alla divisione delle frazioni si prova e si deduce:

1° per dividere una frazione algebrica per una quantità intera, deesi moltiplicare questa pel denominatore della frazione, o se si possa, dividere per essa il suo numeratore.

Il quoziente di $\frac{m^2 - n^2}{2\,m}$ per $m - n$, è $\frac{m^2 - n^2}{2\,m\,(m - n)}$ ossia $\frac{(m + n)\,(m - n)}{2\,m\,(m - n)}$ o infine $\frac{m + n}{2\,m}$.

2° Per dividere una quantità intera per una frazione, si moltiplica quella pel denominatore di questa, dividendo il prodotto pel numeratore.

Il quoziente di $a^2 - b^2$ per $\frac{a b + b^2}{2 a}$ è $\frac{(a + b)(a - b) 2 a}{(a + b) b}$

ossia $\frac{(a - b) 2 a}{b}$ o infine $\frac{2 a^2 - 2 a b}{b}$.

574. La divisione adunque dei rotti algebrici per interi o per altri rotti, o dell'intero per un rotto, segue le regole dei rotti numerici. Onde generalmente

si divide $\frac{m}{n}$ per $\frac{s}{t}$ scrivendo $\frac{m t}{n s}$;

» $\frac{b}{c}$ per $4 m$ scrivendo $\frac{b}{c.\ 4 m} = \frac{b}{4 c m}$;

» x per $\frac{p}{q}$ scrivendo $\frac{q x}{p}$;

575. **Massimo comune divisore.** Per ridurre una frazione alla più semplice espressione, giova dividerne i termini pel loro massimo comune divisore. La regola per farlo è simile a quella prescritta per le frazioni puramente aritmetiche. Ed è questa. *Ordinati i due polinomii termini del rotto, assumesi per* dividendo *quello ove la lettera ordinatrice ha il più alto esponente, e si divide per l'altro. Col resto si divide il divisore: col seguente resto si divide il resto antecedente, e via dicendo, fino a raggiugnere divisione senza resto. L'ultimo divisore è il massimo comune divisore cercato.*

Infatti. Sia A il polinomio da dividere, B il divisore, Q il quoziente, R il resto. Siccome in qualunque divisione il dividendo eguaglia il prodotto del divisore moltiplicato pel quoziente, più il resto, se vi sia; perciò dovrà essere

$$A = B \times Q + R$$

Se A e B abbiano un fattore comune F, lo deve avere anche il resto R. Se fosse altrimenti, dividendo i due membri dell'equazione per quel fattore F, il primo rimarrebbe senza resto, mentre rimarrebbe nel secondo, lo che escluderebbe l'eguaglianza, la quale dee rimanere sempre quando i due membri dell'equazione si dividano per quantità eguali. Per la qual ragione, se B ed R hanno un fattore comune, si prova che dee averlo anche A. Ma la dimostrazione completa non può in questo luogo precedere nozioni dipendenti dalla risoluzione delle equazioni. Quindi ne sarà cenno più innanzi insieme ad alcune nozioni sulle frazioni continue, le serie ecc.

Fondamento razionale delle nozioni ed operazioni preliminari dell'Algebra.

576. È opinione de' matematici più insigni, non doversi troppo affaticare l'intelligenza de' giovani coll'esplicazione ragionata dei teoremi algebrici e geometrici. Meglio convenire l'insegnamento quasi meccanico delle semplici regole e metodi, anzichè perdano troppo tempo e studio nello investigarne la ragione, la loro esattezza dovendo apparire evidente dai risultati cui conducono. Confesso di opinare altramente: e ne' primordi stessi dell'età e di questi studi, tentai sempre di comprendere ciò ch'io avrei quasi chia-

mato la metafisica del calcolo. La lettura della celebre memoria del CARNOT e quella d'altre discussioni d'egual natura sopra diversi rami importantissimi delle matematiche discipline, mi rifermava in quel convincimento. Ed ora fo stima, debba riuscire profittevole all'agronomo, dopo esposte le poche regole elementari dell'algebra, nè sgradevole al medesimo, l'aggiugnere alquanti cenni, quasi specie di discussione intorno al fondamento razionale delle medesime.

577. Senza speciale esplicazione si comprende che sia *quantità*, *zero*, *infinito* ecc.; ma si comprende egli similmente il perchè l'algebra ne rappresenti l'espressione con dati modi, e ora le elimini, e le espressioni ne modifichi senz'alterare l'essenza loro? si comprende egli come le operazioni materiali del calcolo non sieno altro che il risultato d'un tacito ragionamento che le promuove e dirige? Ecco perciò lo scopo de' cenni che seguitano, limitati a dilucidare le poche nozioni algebriche ch' ho stimato trascegliere siccome parte della scienza agrologica (1).

578. **Quantità algebrica** non è che un valore accompagnato da un segno. Perciocchè un valore progressivamente discendente si riduce a *zero*, possiamo concepire ch'esso vi si riduca sottraendone quantità sempre maggiori, finchè se ne sottragga una eguale alla stessa quantità in questione. Se da 1000 sottraggo 001 mi rimane 999: sottraendo 2 resta 998; accrescendo la quantità sottratta sino a 999 avrò per residuo 1, e sottraendo 1000 mi rimane *zero*. Ma se da 1000 sottraggasi 1001, poi 1002, il residuo non può essere che la quantità di 1, 2 ecc. minore di *zero*. Quindi ho una serie di valori negativi, le cui cifre offrono una serie *crescente* ma che per virtù del segno negativo che la contrassegna, le rende decrescenti in proporzione ch'è crescente la serie delle cifre assolute considerate come positive. Dunque una quantità positiva a è > 0; una quantità negativa a è d'altrettanto < 0. Se $+ 1$ è maggiore una volta di *zero*, sarà $+ 2$ maggiore due volte. Per converso s'è $- 1$ minore una volta di *zero*, $- 2$ sarà minore due volte, e così via dicendo. Se vendendo un ettolitro di frumento perdo due lire, ed esprimo questa perdita per $- 2$, vendendone 25 ettolitri, l'esprimerò per $- 50$. In sostanza $- 50$ riguardato come quantità positiva, in senso di perdita è 25 volte maggiore di 2, ma riguardato rispetto a *zero*, cioè nel caso in cui non avessi perduto nè guadagnato, è 25 volte più piccolo di $- 2$.

579. **Quantità negative.** Innanzi tratto, oltre quanto ho detto ai §§ 544 e seg., importa adunqne moltissimo farsi un concetto giusto di ciò che significhi nell'algebra, *quantità negativa*. Allorchè si sottrae b da a, lo che si esprime con $a - b$, quante volte sia $a > b$, si ottiene un residuo ch'è parte di a, e sarà una quantità positiva c. Ma se invece sia $b > a$, il residuo sarà una porzione di b, e quindi una quantità negativa, come $- d$.

(1) Il citato SONNET ha dato esempio di comprendere la discussione cui accenno ne' suoi elementi d'Algebra composti per iscuole militari, navali, forestali ecc. Se questo metodo può essere indifferente nell'insegnamento degli allievi che deono percorrere l'intero corso delle matematiche, lo tengo utilissimo quando si tratta di apprendere le poche nozioni indispensabili a semplici applicazioni tecniche.

Per esempio numerico, $5 - 3$ offre il resto 2; ma $7 - 12$ presenta un'operazione che sembra impossibile, perchè non si concepisce come possa diminuirsi il 7 d'una quantità maggiore di esso come il 12, e sembra affatto immaginario il -5 che la sottrazione algebrica dà per resto a $7 - 12$.

580. Tuttavolta cotali espressioni -7 e -5 sono suscettive d'una interpretazione affatto razionale. E si prova coi seguenti esempii.

581. **Esempio I.** Segni il termometro 10 gradi sopra 0°, dipoi scenda la temperatura di 6°. Il termometro segnerà $10° - 6°$, ossia 4°. Ma se la temperatura fosse scemata di 14°, per sottrarre questa dalla prima di 10°, si dovrà porre $10° - 14°$, ed avremo il residuo $-4°$. Se la temperatura da 10° scemato avesse di 16°, sarebbe l'indicazione del termometro di $10° - 16°$, cioè di $-6°$. Dunque le quantità negative $-4°$ e $-6°$ non sono quantità immaginarie, ed esse fanno conoscere gradi positivi in ordine discendente della scala termometrica, dipartendosi dal punto 0°.

582. **Esempio II.** Suppongasi un fatto avvenuto 200 anni dopo G. C.; se ne conosce un altro avvenuto 150 anni prima di quello. Da $200 - 150$ si trova accaduto l'ultimo fatto 50 dopo G. C. Ma se l'ultimo fatto abbia preceduto di 300 anni quello successo 200 anni dopo G. C., ponendo $200 - 300$, n'esce il residuo negativo -100. Ma questo -100 disegna chiaramente che l'ultimo fatto è avvenuto, non dopo G. C., ma 100 anni prima.

583. **Esempio III.** Per esaminare un calcolo rurale che non dovrebbe mai accadere, e però qualche volta accade, se siasi ottenuto da un fondo il prodotto P, e siasi fatto una spesa S, il risultato sarà, per esempio, una rendita R: e generalmente si avrà $P - S = R$. Ora se suppongasi $P = 1200$, ed $S = 1000$, si avrà $1200 - 1000 = 200$; ma se $P = 1000$ ed $S = 1200$, sarà $1000 - 1200 = -200$. Ecco adunque altro caso in cui la quantità negativa -200 è tutt'altro che immaginaria, dandoci l'espressione di una positiva perdita.

584. Oltracciò conviene notare che l'Algebra non prescrive d'indicare la tale o tal altra quantità piuttosto col segno positivo che col negativo. È la natura stessa dello stato o per così dire contrario modo di essere delle quantità medesime che richiede la loro contraria indicazione con appositi segni. Se io trovo $a = b - x$, il che mi dà $a - b = -x$, quante volte la differenza $a - b$ divenisse $b - a$, diviene positiva la incognita x, perchè il rigore del calcolo vuole si mantenga esatta la relazione ch'era tra x e le due quantità a e b.

585. **La somma algebrica** non fa che riunire le quantità da sommare, *conservando loro i segni che hanno.* Tanto $a + b$ è la somma delle quantità $+a$ e $+b$ come $a - b$ è la somma delle quantità $+a$, $-b$. Se l'addizione cambiasse quel segno negativo $-b$ esso unirebbe ad a una quantità diversa da $-b$, perchè invece di sommarla con una quantità per es. < 0 lo sommerebbe con quantità d'altrettanto > 0. Perciò commetterebbe doppio errore che se la sommasse con *zero.*

586. **La sottrazione algebrica** non fa che riunire le quantità da sottrarre a quelle da cui deono essere sottratte, *cambiando i segni alle quantità da sottrarre.* Questo ho già dimostrato al § 537, 580 ecc. Ma si aggiunga di più; che altro è una sottrazione se non se trovare la differenza

tra due quantità? Se sottraggo 1 da 10, ho per resto 9, ch'è la differenza tra 1 e 10. Ma se debbo sottrarre — 1 da 10, se scrivo egualmente 10 — 1 avrò la stessa differenza 9. Ora la vera differenza del 10 da — 1 è la somma della differenza ch'è tra 10 e *zero* cioè 10, colla differenza ch'è tra 0 e + 1, ch'è pure d'un'altra unità. Dunque la differenza tra 10 e — 1 è realmente 10 + 1 cioè 11. Qual è infatti la differenza d'uno che abbia tre anni più di 20, ed uno che n'abbia 5 di meno? Algebricamente segnerò l'età del primo con 20 + 3, e l'età del secondo con 20 — 5. Per conoscere la differenza di queste due età, debbo scrivere 20 + 3 — 20 + 5, da cui, eliminandosi il + 20 dal — 20, rimane 3 + 5, cioè 8, reale differenza del 20 + 3 dal 20 — 5.

587. Per altro esempio anche più volgare, se per entrare nel pianterreno di mia casa non ho a fare alcun gradino, posso algebricamente esprimere che in quel luogo sono a 0 gradini, e se hannovene 18 per ascendere al primo piano, e 12 per discendere al sotterraneo, dirò quello essere a + 18 gradini, e questo a — 12 relativamente al pianterreno ch'è a 0 gradini. Ora la differenza dal primo piano al sotterraneo debbo averla, sottraendo dall'altezza di quello la profondità di questo, cioè da + 18 la quantità — 12. Se io non cangiassi il segno del — 12 e ponessi 18 — 12 non avrei la differenza che cerco, perchè realmente è 18 + 12, cioè 30 gradini quali sono realmente dal fondo del sotterraneo al primo piano.

588. La **moltiplicazione algebrica** differisce dall'aritmetica soltanto per la considerazione dei segni. Qualsisia quantità si può sempre considerare come il prodotto della moltiplicazione di essa per un'altra quantità. Il numero 1 è l'espressione dell'unità presa una sola volta, quanto può essere il 2 l'espressione dell'unità presa due volte. Quindi 1 è lo stesso che 1 × 1, e il numero due è eguale a 2 × 1. Algebricamente inoltre a equivale ad $a \times + 1$ mentre $- a$ equivale ad $a \times - 1$, come a $- a \times 1$. Su ciò è fondata quella definizione della moltiplicazione algebrica secondo la quale è dessa *l'operazione onde cercasi una quantità algebrica chiamata* prodotto *che sia composta con altra quantità algebrica detta* moltiplicando, *nella stessa guisa in cui un'altra quantità algebrica detta* moltiplicatore *trovasi composta coll' unità positiva*. Dovendo moltiplicare A per B, il valore assoluto del *prodotto* sarà composto tra A e B, come B è composto coll'unità. Dunque B essendo come il prodotto $1\,B$, anche il prodotto di A per B sarà $A\,B$. Se invece sia da moltiplicare A per $-\,B$, essendo $-\,B$ il prodotto $-\,1\,B$ sarà pure il prodotto di A per $-\,B$ espresso per $-\,A\,B$. Quando poi sia da moltiplicare $-\,A$ per $+\,B$ il prodotto è pure $A\,B$, senonchè il prodotto del moltiplicando non dovendo alterarsi, il suo prodotto per $+\,B$ sarà $-\,A\,B$. Infine sia da moltiplicare $-\,A$ per $-\,B$. Il valore assoluto sarà $A\,B$; ma nella guisa che il segno — del moltiplicatore nel caso di $+\,A$ moltiplicato per $-\,B$, cambia il segno del moltiplicando nel suo contrario cioè in $-\,A$, così cangia in positivo il segno medesimo quando è negativo. Le quali questioni relative al mutamento dei segni da positivo in negativo, o viceversa mi sembrano a sufficienza sviluppate ne' § 579 e seguenti.

589. La **divisione algebrica** *consiste nel cercare il fattore d'un pro-*

dotto, l'altro fattore essendo determinato. Non vi può essere adunque difficoltà rispetto ai segni, che non cada nelle considerazioni già replicate. Lo stesso vale per le *frazioni*, il cui calcolo discende da quello delle quattro operazioni fondamentali. Si avverte però che la divisione dei termini algebrici esprimendosi come usa l'aritmetica per le frazioni, generalmente queste in algebra non rappresentano sempre valori frazionarii dell'unità, ossia veri rotti.

Art. 3° Equazioni di 1.° grado.

[1] Problemi ed Equazioni.

590. **Problemi.** Un enigma da indovinare è un problema. Indovinare l'enigma non è possibile senza qualche cognizione ad esso relativa. Impossibile sciogliere un problema senza conoscere alcun rapporto tra ciò che si sa, e ciò che si cerca. Così esprimeva il BRUNACCI e così avviene di fatto. Dunque trovare quantità ignote, desumendole dai loro rapporti con altre note, è l'algebrico indovinare, è la *risoluzione del problema*.

591. Come dissi, usano i matematici le prime lettere dell' alfabeto a, b, c, d ecc., o anche α, β, γ, δ ecc. per designare le quantità *note*, e l'ultime lettere x, y, z, φ, ω ecc. per le *ignote* quali diconsi *incognite*. E chiamano *condizioni del problema* i loro rapporti. Ogni formola esprimente l'*eguaglianza* di due o più quantità chiamasi *equazione* (§ 260), la quale è divisa mediante il segno $=$ in due membri, de' quali il sinistro è il *primo*, il destro il *secondo*.

592. Ma l'*eguaglianze* ponno essere in certo modo di più specie. Se si abbia

$(x-a)(x+a)=x^2-ax-a^2$ ovv. $y(m+ny-2)=ym+ny^2-2y$

queste sono piuttosto *identicità* o diversi modi di scrivere le stesse quantità: perchè il primo membro non è che una espressione abbreviata del secondo. L'eguaglianza però in questo caso ha la proprietà caratteristica di essere soddisfatta, qualunque sia il valore attribuito alle lettere onde si compone.

Se invece fosse data l'espressione $3x-1=5$, siccome nel posto dell'x non si può mettere altro valore che il 2, perchè soltanto $3\times 2-1$ può soddisfare alla condizione d'eguagliare il numero 5, allora questa è la specie d'*eguaglianza* cui si dà il nome di *equazione*, esprimendo la relazione tra una quantità incognita con date quantità cognite, e non ammettendo che certi determinati valori dell'incognita medesima.

593. **Equazioni.** Tutto giorno si fanno delle equazioni: se io dico che una lira è cento centesimi, o venti soldi, o il quinto d'uno scudo, queste sono tutte equazioni. Ora s' io supponga che la lettera l indichi la lira, c il centesimo, s il soldo ed S lo scudo, con queste semplici indicazioni potrò esprimere quegli asserti, e saranno altrettante *equazioni*.

$$\text{I. } l=100\,c;\quad \text{II. } l=20\,s;\quad \text{III. } l=\frac{1}{5}\,S;$$

Ma se volessi sapere quanti centesimi sono contenuti in 7 lire e 9 soldi, oppure quanti soldi sono contenuti in 22 scudi e 4 lire?

Chiamo x la quantità incognita di centesimi, e similmente y quella dei soldi e scrivo due *equazioni* di questo modo:

$$\text{IV. } 7\,l + 9\,s = x; \quad \text{V. } 22\,S + 4\,l = y;$$

ed ho due *equazioni* come le precedenti I., II., III. con questo divario che nelle tre prime tutte le quantità mi sono note, nelle ultime due vi sono le incognite di cui solo conosco il rapporto colle note, ma conoscerò soltanto per virtù del calcolo il loro valore.

594. **Diversi gradi dei problemi.** Quando tutte le quantità sono note, l'*equazione* non è un *problema*. Tale è solo quando contiene una o più *incognite*.

1° Grado. Se io volessi sapere quanto fieno producono per ciascuno 3 ettari di prato, supponendo che il secondo produca una metà più del primo, ed il terzo 1000 chil. più del secondo, mentre tutti insieme ne producono 17000, il problema come si vedrà più innanzi è trovare il valore di x nella seguente equazione:

$$x + x + \frac{x}{2} + x + \frac{x}{2} + 1000 = 17000$$

dove l'incognita è rappresentata più volte, ma non ha altro esponente che l'unità, qualunque possa essere il numero de' suoi coefficienti.

595. **2° Grado.** Se invece si ricerchi per esempio qual è la grandezza di due campi, di cui l'uno ha 480 metri quadrati di superficie, e l'altro è eguale in estensione, ma ha quattro metri di meno in larghezza, e 6 metri di più in lunghezza, dovrò disporre il problema secondo l'equazione $(x + 6)\left(\frac{480}{x} - 4\right) = 480$, la quale in apparenza sembra di *primo* grado, ma diviene del *secondo*, in quantochè come si vedrà più innanzi essa dipende dal trovare il valore di x^2, cioè il problema è di 2° grado.

596. **3° Grado.** Per altra ricerca trovare tre numeri x, y, z i quali sommati tra loro sieno eguali a 30, cioè sia $x + y + z = 30$ sommati i loro prodotti due a due siano 275, cioè $x\,y + x\,z + y\,z = 275$ moltiplicati tutti tre siano 750, cioè $x\;y\;z = 750$.
Eseguendo le operazioni che saranno indicate a suo luogo, condurranno all'equazione $x^3 + 30\,x^2 + 275\,x = 750$, la quale è di *terzo* grado benchè a prima giunta non apparisse. Quindi generalmente i problemi sono di quel grado cui s'eleva l'equazione che li rappresenta; e l'equazioni sono del grado indicato dall'esponente più elevato dell'incognite che contengono.

[2] Risoluzione delle equazioni di 1.° grado.

597. **Risolvere un'equazione.** Tutto l'artificio consiste nel riunire in un membro dell'equazione tutti i termini noti, e lasciare nell'altro l'incognita *sola positiva senza coefficiente, senza divisore e senza esponente.* Quando si è così isolata la quantità incognita, essa non è più incognita, perchè non può più esserlo una quantità eguale a quantità note. Per eseguire tale riduzione nelle equazioni di 1° grado, bastano le operazioni fondate sui tre assiomi seguenti.

598. **Assioma** I. *Se a due membri d' un' equazione si aggiungano o si tolgano quantità eguali, i due membri resteranno eguali.* Se 1000 centesimi sono eguali a dieci lire, anche mille duecento centesimi, sono eguali a dieci lire e duecento centesimi cioè a 12 lire,

599. **Assioma** II. *Se i due membri d'un' equazione si moltiplichino o si dividano per quantità eguali, i due membri resteranno eguali.* Se 10 lire eguagliano 1000 centesimi, moltiplicando le lire e i centesimi per 10 avrò 100 lire e 10000 centesimi, quantità eguali tra loro come lo erano prima le 10 lire e i 1000 centesimi. Similmente dividendo per 10 mi resta 1 lira, e per l'altro lato 100 centesimi parimente eguali tra loro come 10 lire e 1000 centesimi.

600. **Assioma** III. *Due o più equazioni combinate tra loro per mezzo della somma o della sottrazione, e della moltiplicazione o della divisione danno sempre per risultato una equazione.*

601. **Operazioni.** I.ª Suppongasi data l'equazione

$$m + n + o = x - p - q$$

dove m, n, o, p, q, sono quantità note, ed x l'incognita da isolare (§ 597). Aggiungo da una parte e dall'altra le quantità $+ p$, e $+ q$ ed ho

$$m + n + o + p + q = x - p - q + p + q$$

nella quale al secondo membro trovasi la $- p$ esclusa dalla $+ p$. e la $- q$ dalla $+ q$. Perciò l'equazione si riduce a

$$m + n + o + p + q = x$$

602. II.ª Sia data quest'altra equazione:

$$a + b + c = x + d + e$$

Per ridurre da una sola parte tutte le quantità note a, b, c, d, e, e lasciare la sola incognita x nell'altro membro dell' equazione, in vigore dell'ASSIOMA I. posso sottrarre da ciascuno de'due membri le quantità d ed e senza alterarne l'eguaglianza. Cotale sottrazione (§ 586) la ottengo ponendo da una parte e dall'altra le quantità $- d$, e $- e$

$$a + b + c - d - e = x + d + e - d - e$$

Ma nel membro a destra, riducendolo (§ 520) la quantità $+ d$ rimane eliminata dalla $- d$ e così la $+ e$ dalla $- e$. Perciò l'equazione si riduce

a $a + b + c - d - e = x.$

603. III.ª Quando avessi l'equazione:

$$f + g + h = 10\,x.$$

Dividendo i due membri in forza dell'assioma II. per la stessa quantità 10, senz'averne alterata l'eguaglianza avrò:

$$\frac{f + g + h}{10} = \frac{10\,x}{10}$$

Ma una quantità moltiplicata e divisa per una stessa quantità, rimane del suo valore, come se non fosse nè moltiplicata nè divisa; perciò l'equazione si riduce a

$$\frac{f + g + h}{10} = x$$

604. Per egual modo l'equazione

$$r + s + t = \frac{x}{a}$$

si può moltiplicando per a tradurre nella

$$(r + s + t) \times a = \frac{a\,x}{a} = x.$$

605. La risoluzione adunque delle equazioni di primo grado è assai facile e spedita; ma conviene ponderare con somma esattezza le condizioni del problema, prima di disporlo in forma di equazione. Dopo ciò conviene fare le operazioni utili ed evitare le inutili che ponno generare equivoci e perdita di tempo. Vi sono anco per esempio dei casi speciali in cui la moltiplicazione dei due membri d'una equazione può indurvi una modificazione importante. Supponiamo l'equazione semplicissima,

$$x + 1 = 4$$

Se si moltiplicasse per $x - 1$ ciascuno de'due membri sarà

$$(x + 1)(x - 1) = 4\,(x - 1) \text{ cioè}$$

$$x^2 + x - x - 1 = 4 \quad - 4 \text{ onde } x^2 - 1 = 4\,x - 4$$

Nella prima equazione il valore di x è 3 perchè $x = 4 - 1 = 3$; ma nell'ultima $x^2 - 1 = 4\,x - 4$, pel valore di x ponendo lo stesso valore 3 si avrebbe pure

$$9 - 1 = 12 - 4.$$

Però se pongo invece di x il valore 1, esso soddisfa a quest'ultima equazione; perchè $1^3 - 1 = 4 \times 1 - 4$ equivale a

$$1 - 1 = 4 - 4 = 0.$$

La stessa osservazione è da fare quando si dividono i membri d'un'equazione per una quantità eguale, ma che contenga l'incognita.

606. Quindi lo applicare le date regole e processi dipende appieno dall'accorgimento e dall'esercizio del calcolatore. Onde gli esempi faranno meglio comprendere che nella risoluzione dell'equazioni di 1° grado tutta la difficoltà consiste nell'esaminare acconciamente le condizioni del problema proposto e nel combinarle in modo da ricavarne due diverse ed eguali espressioni.

[2] Problemi a una sola incognita.

607. **Problema** I. *Un paio di bovi costa 6 volte più d'un paio di vitelli, e la somma del prezzo di tutti quattro gli animali è 910 lire. Qual è il prezzo dei bovi, e quello dei vitelli?*

Colla sola aritmetica è d'uopo perdersi in tentativi, intanto che l'algebrista così procede. Indica per x il costo de' vitelli, quello perciò de' bovi deve

essere per condizione del problema sei volte altrettanto: dunque $6x$. Ora questi due prezzi deono sommati eguagliare 910 lire: quindi dovrà essere

$$x + 6x = 910, \quad \text{ossia} \quad 7x = 910$$

questo è il caso III § 603; onde dividendo per 7 i due membri dell'equazione sarà

$$\frac{7x}{7} = \frac{910}{7} \text{ ed } x = \frac{910}{7}, \text{ o infine } x = 130$$

Perciò i vitelli costano 130 lire ed i bovi 780, perchè sei volte 130 è eguale a 780, e perchè ancora $130 + 780 = 910$.

608. **Problema** II. *La complessiva rendita di un decennio ricavata da un tenimento, aggiuntovi il suo quinto e di più la somma di 360 lire, forma un complesso di* 12000 lire. *Quale è la rendita media di un solo anno?*

Chiamando x il numero cercato, così ragiono. La total rendita del decennio è $10x$; aggiuntovi il suo quinto, cioè $10x$ diviso per 5, e più 360 lire, debbo formare un tutto di 12000 lire, secondo la condizione del problema.

Pongo adunque

$$10x + \frac{10x}{5} + 360 = 12000$$

Per isolare l'incognita x riduco la frazione, ed a norma del § 597, trasporto prima le lire 360 ed ho

$$10x + 2x + 360 - 360 = 12000 - 360, \text{ cioè}$$
$$10x + 2x = 12000 - 360 = 11640$$

e riducendo, $10x + 2x$ a $12x$, e pel § 599 dividendo i due membri per 12, trovo prima

$$10x + 2x = 12x = 11640, \text{ poi } \frac{2x}{12} = \frac{11640}{12} \text{ cioè } x = \frac{11640}{12} = 970$$

Dunque l'annata media x è lire 970, il decennio $10x$ è lire 9700, il cui quinto è 1940: ed infatti

$$9700 + 1940 + 360 = 12000.$$

609. **Problema** III. *La gragnuola ha devastato in un giorno la metà de' miei campi: una seconda volta ne ha colpito un terzo di essi, e in altri giorni la duodecima parte; di modo che sono rimasti intatti soli* 6 *campi. Di quanti campi è composto il mio tenimento?*

Indico per x l'incognito numero totale de' campi: x diviso per 2 sarà il numero di quelli colpiti il primo giorno: x diviso per 3 quelli grandinati

nel secondo, infine x diviso per 12, gli altri colpiti in appresso. Per condizione del problema, il tenimento è composto di tutti i campi devastati e inoltre dei 6 rimasti intatti. Dunque dovrà essere

$$\frac{x}{2} + \frac{x}{3} + \frac{x}{12} + 6 = x$$

Moltiplico (§ 599) tutti i termini dell' equazione per 12, e ne ricavo

$$\frac{12\,x}{2} + \frac{12\,x}{3} + \frac{12\,x}{12} + 12 \times 6 = 12\,x$$

ossia $6\,x + 4\,x + x + 72 = 12\,x$

Riducendo ancora, avrò

$11\,x + 72 = 12\,x$, e pel § 598 $11\,x + 72 - 11\,x = 12x - 11\,x$

onde infine $72 = x$

Cioè i miei campi in totale sono 72, la parte grandinata il primo giorno 36, l'altra del secondo giorno 24, quelli colpiti dipoi 6: i quali aggiunti ai sei intatti, formano evidentemente la somma di 72, come si ha da

$$36 + 24 + 6 + 6 = 72.$$

610. **Problema** IV. Ma l'agronomo dee avvezzarsi a considerare e sciogliere i problemi in una maniera più generale. *Un proprietario destina una somma* h *di scudi da spendere in ingrassi, da distribuire al fondo* A, *a un numero* q *di campi e ad un numero* p *di prati. Ma esso vuole per condizione che il fondo* A *riceva ingrassi un numero* n *di volte più della porzione che tocca a un campo, e che ogni campo ne riceva un numero* m *di volte più di quella di ciascun prato.* (Per meglio spiegarmi, se ne tocchi per uno scudo a ciascun prato, deve toccarne un numero m di scudi per ciascun campo, ed il fondo A dee avere n volte il numero m di scudi di ogni campo. Tutte poi queste assegnazioni devono farsi colla totale somma h di scudi lasciata a questo fine). *Qual parte della somma* h *tocca a ciascun appezzamento?*

Chiamerò x la parte che tocca a ciascun prato, il cui numero è p: quindi mx sarà quella di ciascun campo, il cui numero è q:
e $n\,(m\,x)$ quella del fondo A.

Ciò posto, sarà la somma di scudi da distribuire

$p\,x$ per tutti i prati
$m\,q\,x$ quella per tutti i campi
$n\,m\,x$ quella dell'unico fondo A.

Per la condizione del problema sarà dunque

$$p\,x + m\,q\,x + n\,m\,x = h$$

Dividendo i due membri (§ 599) per la stessa quantità

$$p \quad + mq \quad + nm, \text{ avrò}$$

$$\frac{px + mqx + nmx}{p + mq + nm} = \frac{h}{p + mq + nm}$$

e siccome x nel primo membro è moltiplicato e diviso per la stessa quantità, l'equazione si riduce colla sola incognita a

$$x = \frac{h}{p + mq + nm} \text{ o più semplicemente ad } x = \frac{h}{p + (q + n)\,m}$$

611. **Applicazione pratica.** Suppongasi per maggiore chiarezza
h (somma totale degli scudi) . . . . = 520
p (numero de' prati) . . . . = 10
q (numero de' campi) . . . . = 12
$n = 2$ cioè il fondo A debba avere il doppio ingrasso di ciascun campo:
$m = 3$ cioè ogni campo debba avere triplo ingrasso d'ogni prato.

Sostituendo questi valori numerici alle lettere dell'equazione trovata, avremo

$$x = \frac{520}{10 + (12 + 2)\,3} = \frac{520}{10 + 42} = \frac{520}{52} = 10$$

Dunque ogni prato dee avere 10 d'ingrasso, e 10 prati . . . 100
ogni campo il triplo, o 30 . » » e 12 campi . . 360
e il fondo A il doppio di quanto tocca a 1 campo, cioè, 60
Totale h . . . . = 520

612. **Problema** V. *Ho comperato alcune paia di vitelli a ragione di* m *lire per ogni* n *paio di essi. Li ho rivenduti in ragione di* p *lire per ogni* q *paia ed ho guadagnato in totale una somma* h *di lire. Quante sono le paia di vitelli?*

Questo incognito numero x di vitelli è stato prima comprato per m lire ogni numero n paia, dunque la prima spesa è $\frac{xm}{n}$: poi è stato venduto per p lire ogni numero q di paia, cioè pel totale di $\frac{xp}{q}$. Il guadagno è l'eccesso dell'ultimo prezzo $\frac{xp}{q}$, sopra il primo $\frac{xm}{n}$, e dovendo essere eguale ad h, soddisfo alla condizione del problema, ponendo

$$\frac{xp}{q} - \frac{xm}{n} = h\,;$$

moltiplico il primo termine del primo membro per n, ed il secondo per q, onde ridurli allo stesso denominatore senz'alterare il valore di quelle frazioni, ed ho

$$\frac{x\,n\,p}{n\,q} - \frac{x\,m\,q}{n\,q} = h \text{ cioè } \frac{x\,(n\,p - m\,q)}{n\,q} = h;$$

$$\text{d'onde } x\,(n\,p - m\,q) = h\,n\,q \text{ ed infine } x = \frac{h\,n\,q}{n\,p - m\,q}$$

613. **Applicazione pratica**. Suppongo il guadagno $h = 800$ lire,
il prezzo m di compra $= 400$ per $n = 2$ numero delle paia,
il prezzo p di vendita $= 700$ per $q = 3$ numero di paia.
Quindi la prima posizione del problema sarebbe

$$\frac{x \times 700}{3} - \frac{x \times 400}{2} = 800, \text{ onde la sua risoluzione}$$

$$x = \frac{800 \times 2 \times 3}{2 \times 700 - 400 \times 3} = \frac{4800}{1400 - 1200} = \frac{4800}{200} = 24.$$

Infatti le 24 paia, comprate a lire 400, ogni due paia, importano	L. 4800
le stesse, vendute per lire 700, ogni 3 paia, rendono	» 5600
Guadagno h	L. 800

614. **Problema** VI. *Un albero ha 27 anni, e la vite che gli si appoggia fu piantata al suo piede 15 anni dopo. Tra quanti anni l'età dell'albero sarà doppia di quella della vite?*

Chiamo x questo incognito numero d'anni, il quale aggiunto ai 27 anni dell'albero dee formare un numero doppio della somma dello stesso numero x coi 12 anni della vite, tale essendo la sua età perchè $27 - 15 = 12$. Dunque passato il numero x d'anni l'età dell'albero sarà $27 + x$, e quella della vite $12 + x$. Quella dell'albero dovendo allora essere doppia di quella della vite dovrà essere $27 + x = 2\,(12 + x)$

dalla quale traggo $27 + x = 24 + 2\,x$
indi $27 - 24 = 2x - x$, ossia $3 = x$

Infatti dopo tre anni l'albero avrà 30 anni, e la vite 15, cioè metà di quella dell'albero. Se questo ne avesse avuto 35 e solo 10 la vite

l'equazione $35 + x = 2\,(10 + x)$ darebbe $x = 15$

cioè dopo 15 anni l'albero avendo 50 anni, ne avrebbe il doppio dei 25 della vite.

615. **Problema** VII. *Avendo 30 ettolitri frumento che valga 30 lire l'ettolitro, ed altro che ne valga solo 22, quanto deesi aggiugnere di questo a quello per formare un miscuglio che valga 25 lire l'ettolitro?*

Il valore de' 30 ettolitri a 30 lire è 900 lire: quello del numero x che

ricerco di ettolitri a 22 lire, sarà $x \times 22$, cioè $22\,x$ lire. Ma i 30 ettol. a 30 lire più gli x ettol. a 22 lire deono darmi una somma di ettolitri che valga solo 25 lire, la qual somma sarà $30 + x$. E perchè questa quantità $30 + x$ a 25 lire, dee importare quanto i 30 ettolitri a 30 lire, più gl'x ettolitri a 22 lire, perciò il problema sarà rappresentato dalla equazione

$$900 + 22\,x = (30 + x)\,25$$

d'onde $900 + 22\,x = 750 + 25\,x$; indi $900 - 750 = 25\,x - 22\,x$, e $150 = 3\,x$ da cui infine $x = 50$. Infatti 30 ettolitri a 30 lire = 900 lire.

30	ettolitri	a 30 lire =	900 lire.
50	detti	a 22 lire =	1100
80	detti	a 25 lire =	2000 lire.

Generalmente n ettolitri al prezzo a, ed x ettolitri al prezzo b dovendo dare un prezzo c pel miscuglio, danno l'equazione

$$a\,n + bx = (n + x)\,c$$

d'onde $$x = n\,\frac{a - c}{c - b}:$$

cioè convien moltiplicare il dato numero di ettolitri per la differenza tra il prezzo maggiore e il medio, e dividere il prodotto per la differenza tra il prezzo medio, e il minore. Dunque nell'esposto caso,

$30 \times (30 - 25)$ e diviso per $(25 - 22)$, cioè moltiplicato per 5, e diviso per 3, darà il numero di ettolitri da 22 lire da unire ai 30 da 30 lire per formare il miscuglio da 25 lire.

616. **Altri esempi.** Dopo quelli già dati nel Capitolo dell'aritmetica al § 315 e seguenti, e dopo gli esempi sovra riferiti, credo non occorrevole aggiugnerne altri, perchè si possa agevolmente disporre in equazione qualsiasi problema di 1° grado e scioglierlo adequatamente. Perciò mi limito ad indicarne solo alcuni altri il cui calcolo servirà di utilissimo esercizio, esponendone qui solo la risoluzione.

VIII. *Vogliasi dividere il 24 in due parti tali che il quinto della prima sommato col settimo della seconda facciano 4.* (Soluzione: le due parti sono 10 e 14.)

IX. *Sonosi distribuite* 50 *lire in regalo a* 20 *arroncatori, dando* 3 *lire agli uomini,* 2 *alle donne, ed* 1 *a un ragazzo. Quanti erano gli uomini, quante le donne essendovi un solo ragazzo?* (Soluzione: 11 uomini, 8 donne, 1 ragazzo) Ne' problemi di questo genere conviene sia determinato almeno uno dei detti numeri, altrimenti vi può essere più d'una soluzione. Infatti soddisfano egualmente 1 uomo, 1 donna e 45 ragazzi: e così 10 uomini, 6 donne e 8 ragazzi.

X. *Si è ricavato* lire 1872 *dalla vendita di altrettanto frumento che formentone, e si è venduto il formentone a prezzo eguale alla metà di quello del frumento. Qual è la quantità e il prezzo de' due generi?* (Soluzione: frumento ettol. 52 a lire 24, formentone ettol. 52 a lire 12)

XI. *Un tenimento ha dato di rendita una somma eguale al quadruplo delle spese di coltivazione, ed a sedici volte la spesa dall'imposta. A quanto ascende*

tal rendita sul dato che la differenza delle spese dall'imposta è di lire 750? (Soluzione: lire 4000).

XII. *L'acqua sgorgante da una luce può inaffiare un ettaro di terreno nella prima ora; un decimo di meno nella seconda e nella terza, e un altro decimo di meno nella quarta, rimanendo poi successivamente abbondante come nella quarta ora. In quante ore potrò inaffiare dieci ettari?* (Soluzione: l'equazione sarà $1 + 2\frac{9}{10} + x\frac{8}{10} = 10$ d'onde $x = 9$, cioè la chiavica dovrà restare aperta la prima ora, più la seconda e la terza, ed altre 9 ore; cioè in tutto ore 12).

[4] Problemi di 1° grado a più incognite.

617. L'immensa varietà dei problemi richiede spesse volte più d'una incognita nell'intavolarne l'*enunciato*. Nelle prime operazioni del calcolo si ha per fine d'eliminarne quante occorre, per avere una equazione con una sola incognita. Spesse volte anzi si può intavolare di subito il problema con una incognita sola, eliminando l'altre di certa guisa tacitamente, cioè con un raziocinio o calcolo mentale. Questo però spesso può essere più arduo e meno sicuro, che non l'ammettere le incognite tutte e poi con operazioni facilissime ridurle ad equazioni che una sola ne contengano. Ma è meglio offerire esempi di problemi, prima d'ogni altra discussione.

618. **Problema più generale** XIII. *Deonsi trovare due quantità di cui è nota la somma* a *e la differenza* b.

Chiamerò x la quantità maggiore, y la minore. Dunque la loro somma deve essere a, ed il risultato della sottrazione di y da x, eguale a b. Perciò

$$x + y = a \quad \text{ed} \quad x - y = b$$

equazioni, delle quali verificandosi l'una, debbe anche l'altra verificarsi, e chiamansi perciò *simultanee*. Siccome l'x della prima equazione è lo stesso x della seconda, potrò in quest'ultima sostituire il valore che ha x nella prima. Il qual valore, se $x + y = a$, sarà $x = a - y$. Laonde la seconda equazione $x - y = b$, sostituitovi il valore di x, sarà $a - y - y = b$

$$\text{Onde } a - 2y = b, \quad \text{ed } a = b + 2y$$

$$\text{e pure } a - b = 2y; \quad \text{infine } \frac{a-b}{2} = y.$$

Sostituisco questo valore di y nella prima equazione, cioè

$$\text{nell'} x + y = a, \text{ pongo } x + \frac{a-b}{2} = a$$

$$\text{ed ho } x = a - \frac{a-b}{2} = \frac{2a}{2} - \frac{a}{2} + \frac{b}{2} = \frac{a+b}{2}$$

619. **Problema** XIV. *Una siepe composta di due tratti è lunga 350 metri, e il primo tratto è lungo 40 metri più del secondo. Quant'è lungo ciascun tratto?*

Siano x ed y i due tratti, sarà

$$x + y = 350 \quad \text{ed} \quad x - y = 40$$

ed essendo $x = \frac{a + b}{2}$ sarà $= \frac{350 + 40}{2} = \frac{390}{2} = \ldots \ldots$ 195
e il secondo tratto y essendo $= a - x$, sarà $= 350 - 195 = \ldots \ldots$ 155
de' quali numeri è appunto $195 + 155 = 350$, e $195 - 155 = 40$.

Si trae poi dai detti valori di x e di y la conchiusione generica che una quantità maggiore eguaglia la metà della somma e della differenza con altra quantità minore, e presi due numeri a caso m ed n, se m sia $> n$ sarà sempre $m = \frac{(m + n) + (m - n)}{2}$. Il numero minore eguaglia la metà della somma meno la metà della differenza: onde essendo $n < m$ sarà sempre $n = \frac{(m + n) - (m - n)}{2}$.

620. **Problema XV** *Due bovi pesano chilogrammi* 1438 *ed uno pesa* 78 *chilogrammi meno dell'altro. Quant'è il peso di ciascun bue?* Avremo

$$a = 1438,\ b = 78,\ x = \frac{a + b}{2} = \frac{1438 + 78}{2} = \frac{1516}{2} = 758$$

$$\text{ed } y = a - x = 1438 - 758 = 680$$

Infatti $758 + 680 = 1438$ e $758 - 680 = 78$

[5] Problemi a due incognite.

621. **Problema.** *Due specie di monete sono tali che due della prima specie unite a* 5 *della seconda fanno* 13 *lire, mentre* 18 *della seconda specie superano di* 1 *lira e* 5 *centesimi il valore di* 5 *della prima. Qual è il valore di una moneta di ciascuna specie?*

Evidentemente sono due le quantità che occorre investigare. Se volessi valermi della cognizione di una sola, cercando dedurre il valore dell'altra mediante i rapporti che con quella la collegano, converrebbe che ne conoscessi, per esempio, la differenza, o un valore proporzionale determinato. Quindi debbo ricorrere a due incognite e trovare due separate equazioni. Queste poi ridotte col calcolo ad una sola, eliminandone una delle incognite, offriranno il valore di quella rimasta nel calcolo: dal qual valore infine ricaverò quello della incognita eliminata.

Sia adunque x il valore della prima specie di moneta, y quello della seconda. Per la condizione del problema avrò le due equazioni

$$(1)\quad 2x + 5y = 13$$
$$(2)\quad 18y = 5x + 1{,}05$$

Moltiplicando l'equazione (1) per 5 e la (2) per 2, avrò

$$(1)\quad 10x + 25y = 65 \qquad (2)\quad 36y = 10x + 2{,}10$$

$$\text{cioè } (1)\quad 10x = 65 - 25y \qquad (2)\quad 10x = 36y - 2{,}10$$

Questi due secondi membri, essendo eguali a $10\,x$, saranno pure eguali tra loro, e ne farò l'equazione $36\,y - 2{,}10 = 65 - 25\,y$, dalla quale l'altra $61\,y = 67{,}10$, d'onde $y = 1{,}10$. Posto questo valore d'y nell'equazione

(1) diverrà $2\,x + 5{,}50 = 13$, cioè $x = \frac{13 - 5{,}50}{2} = \frac{7{,}50}{2} = 3{,}75$

cioè la prima specie di moneta vale lire 3,75, mentre la seconda 1,10.

622. Quando si hanno due incognite conviene avere anche due equazioni, com'era il caso § 603, e così tre equazioni per tre incognite. Però spesso la vera quantità incognita da ricercare è una sola, benchè nell'intavolare il problema sembri occorrere l'indicazione di più d'una incognita.

Se mi occorre conoscere il prezzo di due fondi, di cui l'uno vale il terzo dell'altro, e tutti e due costano 9000 lire, chiamando x il maggiore, y l'altro, avrò le due equazioni $x + y = 9000$, ed $y = \frac{x}{3}$. Dunque realmente io non ho che una sola incognita, perchè trovatone il valore, quello dell'altra è evidentemente il suo terzo. Similmente nel precedente caso al § 603 io non ho che un'incognita, perchè nota la differenza b, quell' y è lo stesso che $x - b$. Lo stesso accade pel caso § 605.

623. **Problema** XVI. Altri problemi a due incognite sono i seguenti, tuttavolta riducibili ad una sola. *Ho molti covoni in due gregne, mi assicura il colono che havvene solo 10 di più nella gregna a dritta, e perciò li passo dalla gregna a dritta alla sinistra. Ma se invece ne avessi passati 20 dalla sinistra alla dritta, questa ne avrebbe avuto il doppio. Quanti covoni erano dunque in ciascuna gregna?*

Chiamo x il numero di quelli della gregna a dritta, y quelli della sinistra. Per condizione del problema $x - 10 = y + 10$

$$\text{ed}\quad x + 20 = 2\,(y - 20)$$
$$\text{d'onde}\quad x = y + 20 \quad \text{ed} \quad x + 20 = 2\,y - 40$$

Sostituendo nella seconda il valore d' x, sarà

$$y + 20 + 20 = 2\,y - 40$$
$$\text{indi}\quad 40 = 2\,y + y - 40$$
$$\text{e}\quad 40 + 40 = 80 = y$$

e siccome $x = y + 20$, perciò $x = 100$. Infatti la condizione del problema si verifica, perchè $x - 10 = y + 10$ diviene

$$100 - 10 = 80 + 10 = 90$$
$$\text{e l'altra}\quad x + 20 = 2\,(y - 20)\ \text{diviene}$$
$$100 + 20 = 2\,(80 - 20) = 120\ (1).$$

(1) Ho preferito questa soluzione, parendomi assai più semplice e facile di quella adottata dal BRUNACCI sull'analogo problema di 10 gettoni nella mano destra ed 8 nella sinistra. Loc. cit. pag. 66.

624. Riduciamo il problema stesso ad una sola incognita. La quantità di covoni d'una gregna è x; l'altra sarà $x - 20$. Se pongo $x + 20$ esso eguaglia $2(x - 20 - 20)$; dunque $x + 20 = 2x - 80$. Quindi $2x - x = 20 + 80$, cioè $x = 100$. Tutta la difficoltà consiste nello stabilire il valore di quella seconda gregna in virtù del rapporto che ha colla prima. Ora, se la seconda l'eguaglia, quando si passano da quella a questa 10 covoni, vuol dire che ne manca di venti, perchè essa aumenta di dieci, e l'altra scema di 10, perciò la differenza totale è 20.

625. **Problema XVII.** *Un orefice fa pagare* 318 *lire* 3 *once d'oro e* 5 *d'argento: di poi* 522 *lire* 5 *once d'oro e* 7 *d'argento. Qual è il prezzo di ciascun metallo?* Chiamando x l'oncia d'oro, y quella d'argento, per conoscere qual è il loro prezzo, ho queste due equazioni:

$$3x + 5y = 318 \quad \text{e} \quad 5x + 7y = 522$$

il valore di x nella prima è $x = \frac{318 - 5y}{3}$

Sostituendolo nella seconda equazione, avrò $5\left(\frac{318 - 5y}{3}\right) + 7y = 522$

cioè $\frac{1590}{3} - \frac{25y}{3} + 7y = 522$, e moltiplicando per 3 sarà

$1590 - 25y + 21y = 1566$.

cambiando i segni $4y = 1590 - 1566$ e $y = \frac{24}{4} = 6$

ma $x = \frac{318 - 5y}{3}$; dunque $x = \frac{318 - 30}{3} = \frac{288}{3} = 96$.

Infatti l'equazione

$3x + 5y = 318$ diviene $3 \times 96 + 5 \times 6 = 288 + 30 = 318$
l'altra $5x + 7y = 522$. » $5 \times 96 + 7 \times 6 = 480 + 42 = 522$

Veggasi ora in qual caso sarebbesi ottenuto eguale intento con una sola incognita quando fosse noto un rapporto tra i due incogniti valori. Ammesso infatti che l'oncia d'oro equivalga a 16 d'argento, chiamando x quella dell'oro il valore di quella d'argento sarebbe un sedicesimo d' x. Quindi le due equazioni

$$3x + \frac{5x}{16} = 318 \quad \text{e} \quad 5x + 7\frac{x}{16} = 522.$$

Delle quali una sola avrebbe dato la cercata risoluzione. Imperciocchè

da $3x + 5\frac{x}{16} = 318$ si trae $48x + 5x = 318 \times 16$

onde $53x = 318 \times 16$ ed $x = \frac{318 \times 16}{53} = \frac{5088}{53} = 96$

valore dell'oncia d'oro, dal cui sedicesimo, ch'è lire 6, quello dell'oncia d'argento.

626. **Problema** XVIII. *Sia un tenimento di 12 fondi comprati l'uno per l'altro per lire 5000: gli uni hanno reso il 4 $1/2$ per cento, gli altri solo il 3 $1/2$. La rendita totale è stata lire 2500. Quanti sono i fondi che hanno dato il 4 $1/2$ e quanti il 3 $1/2$ per cento?*

Indichi x il capitale valore de' fondi che hanno dato il 4 1/2 per cento
y » quelli » 3 1/2 per cento

Sarà $+ y$ il capitale complessivo, cioè $x + y = 60000$ e quindi $x = 60000 - y$ ed $y = 60000 - x$.

Per condizione del problema la rendita data dai fondi componenti il capitale x sarà il 4 1/2 per cento di x dunque

$$\frac{4{,}50 \times x}{100} \quad \text{o ch'è lo stesso} \quad \frac{9\,x}{200};$$

quella invece data dai fondi componenti il capitale y sarà

$$\frac{3{,}50 \times y}{100} \quad \text{o ch'è lo stesso} \quad \frac{7\,y}{100}$$

Queste due parti di rendita deono comporre l'intera di 2500, onde

$$\text{sarà} \quad \frac{9\,x}{200} + \frac{7\,y}{200} = 2500.$$

Ponendo in questa equazione in posto d'y il suo valore precedentemente rilevato di $y = 60000 - x$, avrò l'equazione seguente

$$\frac{9\,x}{200} + \frac{7\,(60000 - x)}{200} = 2500$$

da cui $9\,x + 420000 - 7\,x = 500000$

e $2\,x = 500000 - 420000 = 80000$ ed $x = 40000$

onde da $y = 60000 - x = 60000 - 40000$ si ha $y = 20000$

Dunque i fondi che hanno reso il 4 1/2 per 0/0 sono del valore di lire 40000 in totale; perciò da $5000 \times 8 = 40000$ sono in numero di 8 ed avranno reso al 4 $1/2$ per 0/0

$$x = \frac{9}{200}\;40000 = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ lire.}$$

Gli altri fondi del valore di lire 20000 sono 4 (perchè $4 \times 5000 = 20000$)

ed hanno dato al 3 $1/2$ p. 0/0 $\quad y = \frac{7}{200}\;20000 = \frac{1400}{2} = 700.$ E la

somma di cotali rendite $1800 + 700 = 2500$ condizione prestabilita.

627. **Problema** XIX. *Re Jerone consegnò 10 libbre d'oro ad un orefice per fabbricare una corona. Dubitando che vi avesse misto dell'argento per tenersi dell'oro consultò Archimede. Questo sapendo che l'oro perde nell'acqua 52 millesimi del suo peso, e l'argento ne perde i 99 millesimi, determinò il vero peso della corona immersa nell'acqua e la trovò di sole 9 libbre e once 6. Quanto era dunque il peso di ciascun metallo nella corona?*

Sia x il peso dell'oro, y quello dell'argento. Sarà $x + y = 160$, supponendo le libbre 10 eguali a 160 once.

L'oro perdendo nell'acqua 52 millesimi, la perdita del suo peso nella corona immersa sarà . . . . $\frac{52\,x}{1000}$

per la stessa ragione quella dell'argento . . . . $\frac{99\,y}{1000}$

Siccome la perdita totale trovata da Archimede era once 10 perciò le due perdite sono $\frac{52\,x}{1000} + \frac{99\,y}{1000} = 10$, ossia $52\,x + 99\,y = 10000$, ma si trovò $y = 160 - x$, dunque sarà $52\,x + 99\,(160 - x) = 10000$ e $52\,x + 15840 - 99\,x = 10000$ ovvero $99\,x - 52\,x = 15840 - 10000$ e $47\,x = 5840$ e $x = \frac{5840}{47}$ cioè 124 oncie e $\frac{12}{47}$ ossia lib. 7 on. 12 $\frac{12}{47}$ e in conseguenza $y =$ libbre 2 oncie 3 $\frac{35}{47}$ (considerando la libb. di 16 once)

628. **Altri esempi.** Non pochi tra quelli offerti per problemi ad una sola incognita si possono presentare in condizioni tali da dovere rintracciare il valore di due quantità incognite, e richiedere il bisogno di due equazioni, dalle quali derivarne la terza ad una sola incognita.

629. **Problema** XX. *Un paio di bovi costano tre volte come un paio di manzi i quali sono stati comperati pel valore eguale al terzo della differenza del valore dei bovi da quello di due vitelli. Tutti i sei animali sono costati* lire 1400. (Se x il costo de' bovi, e y quello de' vitelli, sarà quello de' manzi $\frac{2}{3}\,(x - y)$. Ma dee essere il valore de' manzi $\frac{x}{2}$ quindi l'equazione $\frac{2}{3}\,x - y = \frac{x}{2}$ onde il valore di $y = \frac{x}{4}$ da porre nell'altra equazione $x + \frac{x}{2} + \frac{x}{4} = 1400$; dalla quale il valore x de'bovi, $x = 800$; quello dei manzi $\frac{x}{2} = 400$; quello dei vitelli $y = 200$.)

630. **Problema** XXI. *La rendita di un tenimento di* 10 *fondi è eguale a* 12 *volte quella del fondo più piccolo la cui rendita è eguale alle spese totali del tenimento le quali ascendono al* 18.^{mo} *della rendita totale*, *e più* lire 2000. (La total rendita x sarà 12 volte la rendita y del fondo più piccolo onde $x = 12\,y$, ma si ha d'altronde $y = \frac{x}{18} + 2000$, quindi si trae pel valore di x l'equazione $x = 12\left(\frac{x}{18} + 2000\right)$ da cui x rendita totale 72000

ed $y = 6000$. Egli è evidente che il valor d' y si potea calcolare mentalmente, e intavolare il problema con la sola incognita x.)

631. **Problema** XXII. *Hannosi due carrate di fieno: trasportando* 500 *chil. dal secondo carro al primo, questo allora ha un carico doppio di quello, se invece dal primo si trasportino* 500 *chil. nel secondo, questo viene a caricarsi di triplo peso del primo* (il peso d'ognuno sia x, ed y. Sarà $x + 500 = 2(y - 500)$, ed $x + 500 = 3(x - 500)$: d'onde la carrata 1ª è di 1100 chil. la 2ª è di 1300.)

632. **Problema** XXIII. *A un prato rettangolare aumentando la sua lunghezza di* 2 *metri, e diminuendo la larghezza di* 3 *metri, scema la superficie di metri quad.* 48. *E per contrario se si aumenta la lunghezza di* 3 *metri e si diminuisca la larghezza di* 2 *metri la superficie cresce di* 6 *m. q.* (Per conoscere la sua lunghezza e larghezza valendosi del dato § 195 che la superficie si trova moltiplicando l'una per l'altra le due dimensioni, se x sia la lunghezza, ed y la larghezza, si ha dalla prima condizione $(x + 2)(y - 3) = xy - 48$, e per la seconda $(x + 3)(x - 2) = xy + 6$; d'onde si trae infine la lunghezza cioè $x = 30$ m; e la larghezza cioè $y = 24$ m.)

[6] Problemi a tre incognite.

633. Lasciando la discussione razionale di questi problemi, di cui dirò più sotto, offrirò esempio di alcuni di essi col relativo processo di soluzione.

634. **Problema** XXIV. *Siano da trovare tre numeri, de' quali la somma sia* 78; *la somma del primo col secondo* 42, *e la somma del secondo col terzo* 60. Se abbiamo tre incognite che chiamerò x, y e z, abbiamo pure tre equazioni, cioè

$$\begin{array}{ll} (1) & x + y + z = 78 \\ (2) & x + y = 42 \\ (3) & y + z = 60 \end{array}$$

dalle quali ricaviamo: dalla (2) il valore di $y = 42 - x$. e dalla (3) il valore di $z = 60 - y = 60 - 42 + x$ ossia $z = x + 18$. Questi valori posti nella (1) daranno

$$(4) \quad x + 42 - x + 18 + x = 78 \quad \text{ed}$$
$$x + 42 + 18 = 78 \quad \text{d'onde} \quad x = 78 - 60 = 18.$$

635. **Problema** XXV. *Siano tre appezzamenti di prato, il* 1° *de' quali produce tante carrate di fieno che, unite alla metà di quelle prodotte dagli altri due ne forma* 25: *il* 2° *con un terzo delle carra prodotte dagli altri due ne dà* 26; *ed il* 3° *pure con la metà degli altri due ne dà* 29. *Quante carrate di fieno dà ciascun prato?*

Chiamiamo queste 3 incognite quantità x, y, z. Dai dati del problema ricaviamo facilmente le tre equazioni

$$\text{I.} \quad x + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} = 25$$

$$\text{II.} \quad y + \frac{x}{3} + \frac{z}{3} = 26$$

$$\text{III.} \quad z + \frac{x}{2} + \frac{y}{2} = 29$$

Facciamo sparire le frazioni, ed avremo

$$\begin{aligned} &\text{I.} \quad 2x + y + z = 50 \\ &\text{II.} \quad 3y + x + z = 78 \\ &\text{III.} \quad 2z + x + y = 58 \end{aligned}$$

636. Ricavisi da tutte e tre il valore di x, e sarà

$$\begin{aligned} &\text{I.} \quad x = 25 - \frac{y}{2} - \frac{z}{2} \\ &\text{II.} \quad x = 78 - 3y - z \\ &\text{III.} \quad x = 58 - y - 2z \end{aligned}$$

Questi tre valori, essendo eguali tutti ad x, sono pure eguali tra loro, e quindi

$$25 - \frac{y}{2} - \frac{z}{2} = 78 - 3y - z;\ 58 - y - 2z = 78 - 3y - z$$

e riducendole $50 - y - z = 156 - 6y - 2z$; onde
$5y = 156 - 50 - z = 106 - z$

$$\text{e} \quad 2y = 78 - 58 + z = 20 + z$$

Dalle quali trarremo i due seguenti valori di y

$$y = \frac{106 - z}{5} \quad \text{ed} \quad y = \frac{20 + z}{2}$$

$$\text{quindi} \quad \frac{106 - z}{5} = \frac{20 + z}{2}$$

Riducendo quest'ultima equazione, in cui rimane solo l'incognita z, avremo, moltiplicando per 2 la prima frazione e per 5 la seconda,

$$\begin{aligned} &212 - 2z = 100 + 5z \quad \text{e} \\ &7z = 212 - 100 = 112 \end{aligned}$$

d'onde infine $z = \frac{112}{7} = 16$

Ma $y = \frac{20 + z}{2}$, dunque $y = \frac{20 + 16}{2} = 18$

Abbiamo poi $x = 78 - 3y - z$, dunque
$x = 78 - 3 \times 18 - 16 = 78 - 54 - 16 = 78 - 70 = 8$

Perciò il 1° prato produceva 8 carra di fieno, il 2° ne dava 18, e il 3° 16.

Infatti per la I^a condizione $x + \frac{y}{2} + \frac{z}{2} = 25$,

si ha $8 + \frac{18}{2} + \frac{16}{2} = 8 + 9 + 8 = 25$;

per la II^a condizione $y + \frac{x}{3} + \frac{z}{3} = 26$,

si ha $18 + \frac{8}{3} + \frac{16}{3} = 18 + \frac{24}{3} = 26$;

per la III^a condizione $z + \frac{x}{2} + \frac{y}{2} = 29$,

si ha $16 + \frac{8}{2} + \frac{18}{2} = 16 + 4 + 9 = 29$.

637. **Problema XXVI.** *Un tenimento di 3 fondi ha reso lire 4000, ed è composto di tre fondi, di cui il primo ha dato il 5 per cento, il secondo il 4 per cento, il terzo il 3 per cento. Quella rendita in complesso forma il 4 per cento dell'intero valore del tenimento, e di piu si sa che il primo fondo ha dato 600 lire più del terzo. Si ricerca il capitale e la rendita sia del tenimento, sia d'ognuno de' tre fondi.* (Il valor totale è evidentemente lire 100000, perchè il suo frutto al 4 per cento è appunto lire 4000). Il valor x del primo fondo, l' y del secondo, e il z del terzo daranno

$$x + y + z = 100000.$$

Inoltre le loro rendite sono

$$\frac{x\,5}{100} + \frac{y\,4}{100} + \frac{z\,3}{100} = 4000$$

Infine la terza equazione è

$$\frac{x\,5}{100} = \frac{z\,3}{100} + 600.$$

dalle quali facilmente ricaveremo $x = 30000$, $y = 40000$, $z = 30000$ e la loro rendita

$$\frac{30000 \times 5}{100} + \frac{40000 \times 4}{100} + \frac{30000 \times 3}{100} = 1500 + 1600 + 900 = 4000.$$

638. **Problema XXVII.** *Un uomo è incaricato di condurre dei vitelli di tre valori differenti, cioè 3 grandi, 5 mezzani e 9 piccoli, e perdendone alcuno, dee pagare per ogni vitello perduto, altrettanto quanto avrebbe ricevuto consegnandolo al suo destino. Accade ch'egli perde i vitelli tutti d'uno stesso valore, ma non si conosce di quale dei tre. Se ha perduto i maggiori, ovvero i più piccoli, la sua paga totale è 10 lire. Se ha perduto i mezzani, gliene toccano 8 soltanto. Si richiede quanto gli si era accordato per la condotta a buon fine d'ogni specie di vitelli.*

Chiamando x, y e z la corrisposta accordata per ogni specie di vitelli, abbiamo le tre equazioni

$$3x + 5y - 9z = 10$$
$$5y + 9z - 3x = 10$$
$$3x + 9z - 5y = 8$$

sulle quali, fatte le debite e facili operazioni, troviamo $x = 3$, $y = 2$, $z = 1$.

[7] Riflessi razionali sui problemi.

639. Quando si tratta di ricercare il valore d'una sola quantità, cioè quando l'equazione mediante la quale si dee risolvere un problema ,contiene soltanto una incognita, si può sempre considerare l'equazione stessa come ridotta alla forma

$$Ax = B$$

supponendo A rappresentare tutte le quantità cognite del primo membro, e il B tutte quelle del secondo. Laonde il valore dell'incognita dipende

dall'equazione $x = \frac{B}{A}$

Per meglio chiarire quest'affermazione, si riguardi al problema § 607, dove l'equazione era $x + 6x$ ossia $7x = 910$; posta $A = 7$, e

$B = 910$, si avrà $x = \frac{B}{A}$ cioè $x = \frac{910}{7}$

Così pel problema § 608 nell'equazione $10x + \frac{10x}{5} + 360 = 12000$

posso considerare $A = 10 + \frac{10}{5}$, e $B = 12000 - 360$, e sostituendo

questi valori nell' $x = \frac{B}{A}$ avrò il valore di x ivi trovato $= 970$.

640. Ora il complesso de' termini rappresentati da A e da B può avere un valore finale positivo in amendue, o negativo nell'uno e positivo nell'altro, o negativo in tutti e due. Io voglio conoscere per esempio la media temperatura di un tal numero di giorni. Dipenderà dalla somma dei gradi sopra zero o positivi, e di quelli al disotto di zero cioè negativi, e l'incognita, ossia quel medio, riuscirà positivo o negativo. Adunque, secondochè il complesso dei termini componenti A, e B darà un quoziente positivo o negativo, similmente riuscirà il valore dell'incognita.

641. Ma quale può essere generalmente il valore di un'incognita? Per le cose dette sarà o *zero* o *negativo* o *positivo*. Ora questi tre diversi modi di essere devono ponderarsi dal calcolatore nell'intavolare il problema. Per *zero* s'intende generalmente un valor nullo, ma parlando algebricamente esso

ha una specie di valore astratto che segna il passaggio da una quantità positiva a una negativa. Se ho l'equazione $a - b = 0$ questa esprime che la differenza tra quelle due quantità è 0, ma nello stesso tempo che quelle quantità sono eguali tra loro. Ora similmente $a - a = 0$; ma in questo caso il zero significa nullità di qualsiasi risultato quando si considera una quantità col segno positivo, e nello stesso tempo col negativo. Laonde quando nel risolvere un' equazione si trova il valore della incognita eguale a zero, è d'uopo che il calcolatore riguardi se ciò accade per difetto d'enunciato del problema ovvero per difetto nell'operazione.

642. **Problema** XXVIII. *Sia dato da conoscere quanto sia lungo il filare d'alberi A ch'è lungo quanto il filare B meno la lunghezza del filare C, essendo poi $C = A$,* Chiamando x la lunghezza di A, b quella di B, e c quella di C avrò $x = b - c$: ma si ha $c = x$ dunque $x = b - x$, ossia $2x = b$, e $x = \frac{b}{2}$

Se b sia 10 metri, il filare A sarà lungo cinque metri. Ma se si dicesse A è lungo quanto B meno la lunghezza di C ch'è eguale alla B, sarebbe $x = b - c$ d'onde $x = b - b = 0$, e il calcolatore avrebbe dovuto subito comprendere che non può cercarsi una quantità eguale alla differenza di due quantità eguali tra loro.

643. Che se si cercasse quella lunghezza A descritta eguale alla B meno una lunghezza C, essendo poi la C il doppio della lunghezza di B, si avrebbe $x = b - c$; e siccome $c = 2b$ sarà $x = b - 2b = -b$; valore negativo di x evidentemente impossibile, perchè la lunghezza del filare è una quantità che non può avere che un valore positivo. Ma se invece il problema si enunciasse di questo modo. La rendita degli alberi A è eguale a quella degli alberi B, meno la rendita degli alberi C la quale è doppia di quella di B, le stesse lettere darebbero la stessa equazione $x = b - c$, ed essendo $c = 2b$ sarebbe $x = b - 2b = -b$, salvochè il $-b$ risultante potrebbe rappresentarmi che dagli alberi A ho avuto un eccesso di spesa eguale alla rendita degli alberi B.

644. Secondochè adunque un'incognita, o a meglio dire, la quantità ch'essa rappresenta è suscettibile di essere concepita in due oppositi modi, ovverosia contata in due sensi contrarii, i quali corrispondano ai suoi valori negativi o positivi, la risoluzione d'un'equazione è reale e soddisfa al problema. Quando poi il risultato finale fosse per esempio della forma

$$-x = -A$$

ciò facilmente fa conoscere che il valore dell'incognita è positivo, perchè $-x = -A$ è lo stesso di $x = A$, come si ricava moltiplicando i due membri dell'equazione per -1.

645. Ma nè la quantità a, nè la b, nè la x ponno variare a capriccio. Dipende dalla condizione di ciò che deono rappresentare, e in ciò consiste il criterio del calcolatore. Quando anzi questi avesse commesso errore, l'Algebra col risultato finale del calcolo, l'assurdo spesso dimostra, ed avverte il calcolatore dell'abbaglio incorso nell'intavolare il problema.

646. **Problema** XXIX. Valga un esempio per meglio chiarire gli enunciati riflessi. *Un operaio escava il numero* a *di metri di un dato fosso per giorno: un altro nello stesso tempo n'escava un numero* b *di metri. Suppongasi che il primo ne abbia fatti* c *metri, ed il secondo* m *metri di più. Si voglia conoscere entro quanti giorni i due operai ne avranno fatto, ciascuno, un numero eguale di metri.*

Sia x il ricercato numero di giorni. Il primo operaio facendone a metri per giorno, ne farà nel numero x di giorni, quel numero a di metri ripetuto x volte, cioè ax; ed avendone già fatto prima un numero c di metri, al termine di x giorni, il suo lavoro potrà esprimersi per $c + ax$. Il lavoro del secondo operaio sarà similmente pel numero x di giorni, equivalente a bx; ma egli ne avea già fatto m più del primo, cioè a dire la quantità $c + m$; quindi il suo lavoro totale, alla fine degli x giorni, sarà $c + m + bx$. Ora cercandosi dopo quanti giorni avranno fatto eguale lavoro, questo numero x di giorni dee sortire dall'equazione

$$(1) \quad c + ax = c + m + bx$$

dalla quale $ax - bx = m$ ossia $x(a - b) = m$,

$$\text{e } (2) \quad x = \frac{m}{(a - b)}.$$

647. Se suppongasi il lavoro giornaliero del primo operaio di metri sedici, cioè $a = 16$, quello del secondo di dieci, cioè $b = 10$, e quel di più $m = 24$, surrogando questi valori nell'equazione (2) avremo

$$x = \frac{24}{16 - 10} = \frac{24}{6} = 4.$$

Ma se invece fosse $a = 10$, $b = 16$, ed $m = 24$, si avrebbe

$$x = \frac{24}{10 - 16} = \frac{24}{-6} = -4.$$

Ed allora questo risultato negativo indica difetto nell'enunciato del problema. Infatti il primo operaio per raggiugnere nella quantità di lavoro il secondo, che ne fa di più al giorno, converrebbe che avesse egli un avanzo di lavoro fatto. Sarebbe d'uopo adunque in questo caso che b avesse metri m di meno di lavoro eseguito. Ed ecco allora il valore del segno negativo che, applicato all'm, dà luogo ad un risultato positivo. L'equazione (1) diviene in tal caso

$$(3) \quad c + ax = c - m + bx$$

$$\text{da cui } x(b - a) = m, \text{ e } x = \frac{m}{b - a} = \frac{24}{16 - 10} = 4:$$

il totale lavoro del primo operaio è $c + ax = c + 40$, quello di b è $c - m + bx = c - 24 + 64 = 40$, come si era richiesto.

648. Di più si consideri come dall'equazione (1) nel derivare l'equazione (2) è scomparsa la quantità c. Ecco dunque altro insegnamento de-

rivante dall'algebra, la quale avverte quando esistono quantità, da cui sia indipendente la risoluzione d'un problema. Infatti è indifferente che il primo e il secondo operaio abbiano fatto prima un lavoro ciascuno di 10; 20, o altro numero qualunque di metri, semprechè eguale per amendue: la quantità che influisce è il di più o di meno eseguito dall'uno a petto dell'altro. Inoltre è da notare che nel risolvere l'equazione (3) si sono cangiati i segni alle quantità m, ed a, ma si ottiene la stessa risoluzione conservandoli. Infatti dalla detta equazione (3) $c + a x = c - m + b x$,

si ricava $x(a-b) = -m$ ed $x = \frac{-m}{a-b}$,

e ponendovi i valori assegnati si ha $x = \frac{-24}{10-16} = \frac{-24}{-6}$;

ma la quantità negativa divisa per altra negativa (§ 550) dà il quoziente positivo, quindi $x = 4$ come si era trovato.

649. Infine nel supposito di $a = 16$ e $b = 10$ la questione non era di sapere dopo quanti giorni il lavoro fatto sarebbe stato eguale fra i due operai. L'enunciato del problema dovea essere questo. *Quanti giorni hanno lavorato, dopochè il numero de' metri di lavoro fatti da ciascuno era eguale?* Nel qual caso l'equazione rispondente a tale enunciato, sarebbe

$$(4) \quad c - a x = c + m - b x$$

D'onde $-a x + b x = m$ ed $x(b-a) = m$

infine . . . $x = \frac{m}{b-a} = \frac{24}{16-10} = \frac{24}{6} = 4.$

E qui si osservi, che stando gli stessi valori numerici di a e di b, in quest'ultimo caso il risultato emerge con segno contrario di quello dianzi ottenuto (§ 646): e nel fatto ora si ricercava il numero di giorni antecedenti all'epoca della somma c, e $c + m$ di lavori, mentre prima si richiedeva quello de' giorni susseguenti. Perciò il calcolo ne avvisa di certa maniera del loro opposito modo di essere, del passato e dell'avvenire.

650. Ma il valore di x può essere zero, se nella formola

$$x = \frac{B}{A}$$

la quantità B sia $= 0$, perciocchè 0 diviso per qualsiasi quantità, dà per quoziente zero: quindi se $B = 0$

$$x = \frac{B}{A} = \frac{0}{A} = 0.$$

Ora l'equazione $x = \frac{0}{A}$ è la stessa di $A x = 0$. Supponiamo pure $A = (a - b)$ avremo $a x - b x = 0$; cioè, se a sia eguale a 4, e $b = 4$

avremo $3x=0$, ed x eguale al quoziente di 0 diviso per 3 cioè a zero. Dunque a maggior ragione il valore di x è sempre zero.

651. Suppongasi invece $A=0$, e la citata formola diviene

$$x=\frac{B}{0}$$

Se realmente quest'equazione fu dedotta dalla $x=\frac{B}{A}$ questa equivalendo all' $Ax=B$, conviene supporre di aver diviso questa equazione pel zero, ed inoltre Ax essendo eguale a $0x$ ne conseguiva $Ax=0x=0$, cioè $0=B$. Dunque anche in questo caso x eguale a 0.

Ma per conoscere il valore di $\frac{B}{0}$ suppongasi che A in luogo d'essere eguale a zero, cioè d'esser nulla, sia eguale al millesimo dell'unità per esempio a 0,001; allora sarà

$$x=\frac{B}{A}=\frac{B}{0{,}001} \text{ d'onde } x=1000\,B.$$

Che se A si supponga anche più piccolo, per esempio $=0{,}000001$, sarà

$$x=\frac{B}{A}=\frac{B}{0{,}000001} \text{ ed } x=1000000\,B$$

Così proseguendo a supporre sempre minore il valore di A si trova proporzionalmente aumentare il valore di x, cosichè attribuendo un valore *infinitamente piccolo* ad A, si avrà per x un valore *infinitamente grande*. Dal che consegue che il valore di x, quando A è ridotto a zero, d'altro lato diviene *infinito* e perciò in generale l'espressione $\frac{B}{0}$ è detta il *simbolo dell'infinito* e rappresentasi per ∞ (§ 517).

652. **Problema** XXX. Per convalidare quest'affermazione con qualche esempio, supponiamo che *un cavallo corra* b *miglia per giorno ed abbia già fatto* c *chilometri di strada, più dell'altro cavallo che corra* a *miglia per giorno facendone un numero* m *al giorno di più del primo.* Avremo dunque $m=a-b$. Cerchiamo dopo quanti giorni il secondo cavallo avrà raggiunto il primo. Questo numero x di giorni discenderà dall'equazione

$$xb+c=xa$$

dove il primo membro esprime il viaggio del primo cavallo, l'altro membro, quello del secondo.

653. Supposto il viaggio giornaliero del 1° cavallo di 20 chilometri, quello del 2° di 30 e che il primo abbia un avanzo di 70 chilometri, cioè $b=20$, $a=30$, $c=40$ l'equazione $xb+c=xa$, dando $xa-xb=c$ e $x=\frac{c}{a-b}$, darà $x=\frac{40}{30-20}$ ossia $x=4$ che sarà il numero dei giorni

dopo i quali il secondo cavallo avrà raggiunto il primo. Ora se si supponga

$$a - b = 0$$

avremo $x = \frac{c}{a-b} = \frac{c}{0}$ cioè il secondo cavallo dovrebbe correre un infinito numero di giorni per raggiugnere il primo. Diffatti se $a - b = 0$ vuol dire che a è eguale a b, cioè fanno tanto viaggio per giorno ciascun cavallo; onde il secondo non potrà mai guadagnare il numero c di miglia d'avanzo del primo.

654. Si sa invece che il 1° cavallo facendo b chilometri e il secondo a, il primo ha vantaggiato m chilometri sul secondo. Si domanda quanti giorni hanno camminato dopo che il viaggio fatto era eguale per tutti e due. Come accade pel problema § 649 si ricaverebbe l'equazione analoga

$$x\ (b - a) = m$$

dove x ha un senso negativo, e quando $b - a$ fosse pure eguale a zero proverebbe che un infinito numero di giorni sarebbero inversamente passati dopo che i due cavalli aveano fatto egual viaggio. Onde si ha pure il carattere d'impossibilità del problema, quando l'incognita ha un valore infinito, ancorchè questo abbia un senso negativo.

Nel primo caso del § 653 il valore d' x sarebbe $+ \infty$; invece in quest'ultimo sarà $- \infty$.

655. Quando si avesse l'equazione $x = \frac{m^2 + 2mn - 3n^2}{m^2 - n^2}$,

se sieno $m = n$, e $n = 2$ si ha l' equazione $x = \frac{2^2 + 8 - 3\,2^2}{2^2 - 2^2}$

cioè $x = \frac{4 + 8 + 12}{4 - 4} = \frac{0}{0}$

[8] Problemi indeterminati di 1° grado.

656. Ogni volta che si abbiano per un problema a due incognite, almeno due equazioni, quando i valori di esse incognite x ed y sono positivi, non havvi difficoltà di rilievo a concepire l'analogia del valore dato dal calcolo, col valore reale che si ricerca.

Se una delle incognite avesse il segno negativo, potrebbe ciò indicare un caso impossibile del problema, quando cioè la quantità che dee rappresentare, possa essere valutata in un solo senso. Altre volte però questa qualificazione di negativa può rispondere a una condizione speciale del problema.

657. **Problema XXXI.** *Un muratore lavora 7 giorni, in 3 de' quali ha tenuto il suo manovale, ed ha toccato 29 lire di salario. Altravolta lavorando undici giorni, in 4 de' quali col suo manovale, ha ricevuto 47 lire. Quanto ha guadagnato per giorno il muratore, e quanto gli ha reso il suo manovale?*

Essendo x la giornata del muratore, y quella del *manovale* si avrà

$$(1) \qquad 7x + 3y = 29 \quad \text{e} \quad (2) \quad 11x + 4y = 47.$$

Essendo dalla (1) $y = \dfrac{29 - 7x}{3}$ si ha dalla (2) $11x + \dfrac{116 - 28x}{3} = 47$

e $33x + 116 - 28x = 141$, onde $5x = 141 - 116$ e $x = \dfrac{25}{5} = 5$

il qual valore dà $\quad y = \dfrac{29 - 7x}{3} = \dfrac{29 - 35}{3} = \dfrac{-6}{3} = -2.$

Ora questo valore negativo di y fa conoscere che il manovale, invece di rendergli un profitto, gli costava una certa somma. Dovea dunque richiedersi quanto guadagnò per giorno il muratore e quanto gli costava il subalterno, e porre l'equazioni $7x - 3y = 29$ e $11x - 4y = 47$

allora $\quad y = \dfrac{7x - 29}{3}$ e $11x - \dfrac{28x + 116}{3} = 47$

$$33x - 28x = 141 - 116$$

$$\text{e } 5x = 25$$

onde $x = 5$ ed $y = \dfrac{3x - 29}{3} = \dfrac{35 - 29}{3} = \dfrac{6}{3} = 2.$

Cioè il muratore guadagnava 5 lire, e ne spendeva 2 ogni giorno in cui avea il manovale ad aiutarlo.

658. In generale un problema a due incognite, come si è detto, non si risolve, quando non si possa intavolare con due equazioni, cioè non si abbiano due dati differenti a cui riferirle. Altrimenti si entra nella categoria delle questioni indeterminate.

659. **Problema** XXXII. Per darne esempio *sieno da fare tre piantate o filari d'alberi: uno lungo quanto gli altri due: il secondo lungo quanto il terzo più 10 metri.* Chiamiamo x il primo filare, y il secondo: il terzo è evidentemente $y - 10$. Quindi il primo sarà eguale ad $y + y + 10$, perciocchè gli eguaglia tutti e due. Chiamando z questo terzo filare, apparentemente abbiamo tre equazioni

$$\begin{aligned} &(1) \quad x = y + z \\ &(2) \quad y = z + 10 \quad \text{e} \\ &(3) \quad z = y - 10. \end{aligned}$$

Ma l'equazione (2) non è che l'equazione (3) (§ 592) e quando l'equazione (1) sia ridotta al solo valore di x, tuttavia soddisfa a numero tale di combinazioni di valori, da non potersi avere alcuna soluzione determinata. Infatti si ha pure $y = x - z$. e $z = x - y$. Ponendovi il valore d'y si ha $z = x - x + z$ ch'equivale a $z = z$. Quindi l'equazione (1) diviene $x = x - z + z$ ossia x è sempre x e non trovasi modo di dargli un valore quando non si conosca alcun altro dato determinato oltre quello dell' $y = z + 10$. Abbiasi quello soltanto per esempio che la somma di $x + z = 130$

ed allora $z = 130 - x$ ed $y = 130 - x + 10$. E l'equazione (1) diviene $x = 130 - x + 10 + 130 - x$, e $3x = 270$, onde il primo filare $x = 90$, il secondo $y = 50$, e il terzo $z = 40$.

660. Si potrebbe facilmente dimostrare la stessa necessità di 3 equazioni, quando si abbiano tre incognite, o generalmente un numero di dati eguale al numero delle quantità di cui si ricerca il valore. Ma non sarà frequente il caso, massime per applicazioni a' problemi agricoli.

661. Chiamasi perciò problema indeterminato, quello contenente un numero d'incognite, come si disse, maggiore del numero d'equazioni che ponno dedursi coi dati emergenti dalle condizioni del problema. In tal caso l'algebra insegna molti artificii che conducono alla scoperta de' valori in numeri interi che ponno attribuirsi alle incognite. Ma siccome il farne sufficiente indicazione importerebbe sviluppo troppo esteso, mi limiterò ad indicare alcuni esempi di problemi, ai quali potranno facilmente paragonarsi altri per avventura occorrevoli all'economo rurale. Certo però le sue intraprese deono sempre corredarsi del maggior numero possibile di dati: quindi non sarà così probabile che gli occorra d'avere ricorso a soluzioni di problemi indeterminati, e quanto n' espongo in via d'esempio gli riuscirà poco meno che sufficiente.

662. **Problema** XXXIII. *Sia da trovare tal numero, che il suo triplo diviso per* 8 *dia per resto* 5.

Chiamo x quel numero ed y il quoziente di $3x$ diviso per 8. Quel quoziente adunqne preso 8 volte sarà eguale a tre volte x, meno quel resto 5. Dunque sarà

$$8y = 3x - 5 \qquad \text{ossia} \qquad 3x = 8y + 5.$$

Rilevasi considerando attentamente questa equazione che crescendo i valori d'una incognita deono crescere anche quelli dell'altra: che il valore d'y dee essere tale che moltiplicato per 8 ed aggiuntovi il 5 dia un numero divisibile per 3. Ove supponessi $y = 1$ il secondo membro dell'equazione dovendo essere diviso per 3 (per ricavare il valore di x) darebbe il numero 13.

663. Tutto si riduce a trovare un sistema di valori interi e positivi per x ed y. Escluso l'1, si troverà che il sistema che corrisponde pel presente problema è

$y = 2$	che dà	$x = 7$
$y = 5$		$x = 15$
$y = 8$		$x = 23$
ecc.		ecc.

Dal che si ha argomento del numero di soluzioni che possono offerire le questioni indeterminate. Nè anzi realmente si ottengono senza creare arbitrariamente il dato, ossia l'equazione che manca. Infatti i valori di x non si ricavano senza presupporre le equazioni risultanti dai valori attribuiti all' y, come $y = 2$, $y = 5$ ecc.

664. **Problema** XXXIV. *Si sa che la somma di* 26 *lire è composta di due specie di monete, le une del valore di* 3,75 *e le altre di* 1,10. *Quante le*

monete di ciascuna specie? Se x è il numero dei pezzi da lire 3,75 ed y quello dei pezzi da 1,10, la condizione del problema fornisce l'equazione (1) $3,75 \times + 1,10y = 26$, e moltiplicando per 100, $375 + 110y = 2600$ la quale è divisibile per 5, e riducesi a $75x + 22y = 520$.

Si può dividere ancora per 5 con questo artificio: operata la divisione sarà

$$15x + 22\frac{y}{5} = 104 \quad \text{e postovi} \quad y' = \frac{y}{5} \quad \text{avrò} \quad 15x + 22y = 104.$$

Di simil guisa dividerò per 2, onde $15\frac{x}{2} + 11y = 52$, dove

ponendo $x' = \frac{x}{2}$ avrò l'equazione $15' + 11y' = 52$.

Dalla quale $y' = \frac{52}{11} - \frac{15x'}{11} = 4 + \frac{8}{11} - x' - \frac{4x'}{11}$

e quindi $y' = 4 - x' + \frac{2(4 - x')}{11}$

e ponendo $\omega = \frac{2 - x'}{11}$ si ridurrà a $y' = 3 - x + 4\omega$

Da queste due equazioni traggo $x' = 2 - 11\omega$ ed

$$y' = 4 - 2 + 11\omega + 4\omega = 2 + 15\omega.$$

Di questo modo con quella quantità ω ho introdotto un elemento di calcolo ancora ignoto, ma che regola il valore d'una incognita rispetto all'altra, a seconda dei valori che all'una delle due si attribuiscono. Io so, mediante queste due ultime equazioni, che il valore, per esempio, dell' x' deve essere ricavato, supponendo eguali valori a ω, tanto in essa che che nell' y. I quali valori sono modificati dalla forma dei membri delle due equazioni in cui è l' ω. Ora la forma appunto di quest'espressioni fa conoscere subito, che non posso avere valori positivi di x' e di y', se non che ponendo $\omega = 0$, sarà $x' = 0$, perchè se ponessi $\omega = 1$ dall' $x' = 2 - 11\omega$ avrei $x' = -9$. Invece, ponendo $\omega = 0$ sarà $x' = 2$

ed $y' = 2$, Ma x' era posto in luogo di $\frac{x}{2}$ ed y' in luogo di $\frac{y'}{5}$

quindi se $x' = 2$ sarà $x = 4$, ed essendo $y' = 2$, riuscirà $y = 10$; valori da porre nell'equazione indeterminata (1), per cui avrò

$$3,75 \times 4 + 1,10 \times 10 = 26.$$

Infatti 4 pezzi da lire 3,75 fanno lire 15, e 10 pezzi del valore di lire 1,10 fanno lire 11: onde avverata la condizione di $15 + 11 = 26$.

665. **Riflessi.** Se l'agronomo ha tenuto esatto pensiero all'operazione del problema precedente, rileverà la pratica generale più facile e giovevole nella risoluzione delle equazioni indeterminate. Esse hanno sempre una forma che può ridursi alla seguente $Ax - By = C$

il valore di x sarà $x = \frac{C + By}{A}$ e quello di y sarà $y = \frac{Ax - C}{B}$

È evidente che l' x è collegato all' y, come questo all' x, di modo che quando darò un valore ad un'incognita, l'altra ne acquista uno dipendente da quel valore arbitrario medesimo.

666. L'artificio perciò sta nel trovare quella forma in cui le due equazioni destinate ai valori delle due incognite, abbiano una quantità variabile comune, la quale, molliplicata per le costanti date dalle condizioni del problema, denoti i valori contemporanei, per così dire, delle incognite. Nel Problema XXXIV si è trovato

$$x' = 2 - 11\,\omega \quad \text{ed} \quad y' = 2 + 15\,\omega$$

e quel ω appunto è quel valore il quale, sostituito da una quantità reale, ossia da un numero intero combinato nel modo voluto dalla forma dei secondi membri delle due equazioni, dà le differenti soluzioni del problema.

Per meglio chiarire quest'idea si ripigli il Problema XXXIV precedente. Se si fosse fatto il calcolo analogo a quello istituito pel Problema XXXIII, si sarebbe riusciti alle due equazioni

$$y = -1 + 3 \qquad \text{ed} \quad x = -1 + 8$$

Nelle quali, sostituendo i valori interi e positivi, partendo dall'1, si ricavano le due serie $y = 2$, ed $x = 7$ ecc. di sopra dimostrate. È da avvertire che le y, ed x deono sempre essere positive: nondimeno l'arbitraria ω può, e deve anzi per certi problemi, avere un valore negativo (come sarà esempio più innanzi)

Dall'ultimo problema poi si trae pure non essere altrimenti vero che le questioni algebriche indeterminate abbiano sempre più d'una risoluzione aritmetica, perchè d'una sola esso offre esempio.

667. Quando si cercano due numeri la cui somma faccia 10, l'equazione è $x + y = 10$, d'onde $x = 10 - y$ ed $y = 10 - x$. Per ogni valore di x ne avrò un altro di y e viceversa. Ma bisogna ben distinguere se si cercano valori interi e positivi: in questo caso i valori di x e di y si riducono a

$$\begin{array}{l} y = 1, = 2, = 3, = 4, = 5, = 6, = 7, = 8 = 9 \\ x = 9, = 8, = 7, = 6, = 5, = 4, = 3, = 2, = 1 \end{array}$$

che danno nove soluzioni apparentemente, ma in sostanza solo 5, giacchè le ultime 4 sono le medesime delle prime quattro. Quando si ammettessero tutti i valori, anche non interi, e i negativi, il problema avrebbe infinite soluzioni. Quindi si considera il solo caso di valori interi e positivi.

668. Prima di tentare la soluzione si ricerca perciò se A e B (§ 665) abbiano qualche fattore comune che non sia nel tempo stesso fattore di C, perchè in tal caso l'equazione non è risolubile. Infatti supponendo esistere quel fattore F, dividendo per esso l'equazione

$$Ax - By = C \quad \text{se ne avrà un'altra} \quad Mx - Ny = \frac{C}{F};$$

ma essendo M, N, x ed y tutti interi, il primo membro dell'equazione è un nu-

mero intero e dovrebbe essere eguale a una frazione come sarà se C non sia divisibile per F, e tale eguaglianza sarebbe un assurdo.

669. Aggiugnerò esempii d'altri problemi indeterminati, i quali potranno servire di norma e di esercizio utilissimo.

670. **Problema XXXV.** *Un contadino deve 1200 lire, ed offre in pagamento dell'uva nera che vale 5 lire all'ettolitro, e dell'uva bianca che ne vale 7. In quanti modi può soddisfare il suo debito?*

Siano x gli ettolitri d'uva bianca, y quelli della nera, deve essere $7x + 5y = 1200$.

Si ricava $x = \frac{1200-5y}{7} = 171 + \frac{3-5y}{7}$: (*)

pongasi $\frac{3-5y}{7} = y'$, sarà $y = \frac{3-7y}{5} = -y' + \frac{3-2y'}{5}$:

pongasi $\frac{3-2y'}{5} = x'$ sarà $y' = \frac{3-5x'}{2} = 1 - 2x' + \frac{1-x'}{2}$

pongasi $\frac{1-x'}{2} = \omega$ sarà $x' = 1 - 2\omega$. e $y = 1 - 2(1 - 2\omega + \omega)$

cioè $y = 5\omega - 1$;

onde $= y = -(5\omega - 1) + 1 = 2 - 7\omega$

e $x = 171 + 5\omega - 1 = 170 + 5\omega$.

In queste equazioni, dando a ω tutti i valori negativi da zero sino a qnel numero intero che rende $170 + 5\omega$ eguale a zero, si avranno le diverse soluzioni del problema.

Se $\omega = 0$, sarà $y = 2$, ed $x = 170$, quindi quel colono potrà dare 2 ettolitri d'uva da 5 lire, ed ett. 170 da 7 lire: onde $10 + 1190 = 1200$ Se $\omega = -1$ si ha $y = 9$, ed $x = 165$, onde $45 + 1155 = 1200$. E facilmente si rileva in quanti modi si può soddisfare dal contadino a quel pagamento.

671. **Problema XXXVI.** Trascelgo una questione relativa al calendario *Vogliasi l'anno dell'èra cristiana in cui s'ebbe* 17 *del* ciclo solare, 6 di ciclo lunare, e 5 d'indizione.

Il *ciclo solare* è periodo di 28 anni, il *lunare* di 19 e l'*indizione* di 15. Questi periodi si sono cominciati a contare partendo tutti da un'epoca fissa cioè dall'anno 4713 innanzi l'èra cristiana. Dicesi, un anno ha per esempio 17 di ciclo solare, intendendosi passati 17 anni dopo compiuto l'ultimo periodo di 28 anni, ossia l'ultimo ciclo, senza tener conto del numero de' cicli anteriori: e lo stesso si dice del ciclo lunare e della indizione.

(*) Si avverta che l'avanzo del 1200 diviso per 7 si è unito all'ultimo *termine* de secondo *membro* dell'equazione.

Cerchiamo adunque in x l'anno contato da quel principio comune: e siano y, z ed u i numeri di cicli interi di sole di luna e d'indizione compiti prima di giugnere all'anno cercato. Evidentemente quest'anno potrà esprimersi in tre modi

$x = 28y + 17$ rispetto ai cicli del sole:
$x = 19z + 6$ » » della luna:
$x = 15u + 5$ » » dell'indizione.

Facendo il calcolo analogo a quello del precedente, si perviene all'equazione

$$xy = 7980\omega + 6485,$$

dove ponendo $\omega = 0$ si ha $x = 6485$, ponendolo $= 1$ si ha $x = 14465$, ecc. Si avrebbero adunque negli anni 6485, 14465, ecc. gli anni che soddisfano alle condizioni del problema. Dai quali è da detrarre 4713 per ridurli ad epoca di êra cristiana; onde riusciranno 1772, 9752 ecc. Dal che si trae non esservi stato finora che il solo anno 1772 dell'êra nostra il quale abbia avuto 17 di ciclo solare, 6 di lunare, e 5 d'indizione, e non ve ne può assere alcun altro sino all'anno 9752.

672. **Problema** XXXVII. *Si vuol formare la somma di* 330 *lire mediante azioni di* 9 *e di* 16 *lire*. Soluzione: le azioni ponno essere come segue:

da 16 lire N. 15 e N. 10 da 9 lire;
da 16 lire » 6 e » 26 da 9 lire.

Pel caso di tre indeterminate indicherò soltanto l'esempio:

Sieno le equazioni (1) $5x + 8y - 11z = 45$
(2) $7x - 3y + 2z = 19$

Se ne ricava, eliminando la z, l'equazione

$$(3) \quad 87x - 17y = 299,$$

dalla quale $x = 5 + 17\omega$ ed $y = 8 + 87\omega$.
Perciò l'equazione (1) diventa, fatte le debite riduzioni,

$$(4) \quad 11z - 781\omega = 44$$

d'onde rilevasi $z = 4 + 71\omega$

673. **Problema** XXXVIII. *Distribuite* 5 *lire a ciascun uomo d'una fabbrica*, 4 *lire a ciascuna donna*, *e* 2 *lire a ciascun ragazzo sono occorse in complesso lire* 156. *Distribuendo invece una lira di meno per ciascuno ne occorrono solo* 118. *Quanti gli uomini, le donne e i ragazzi?*
Indicandoli per x, y, e z, si avranno le due equazioni

$$5x + 4y + 2z = 156$$
$$4x + 3y + z = 118$$

Eliminando la z si ha . . . $3x + 2y = 80$
d'onde . . . . $x = 2\omega$ ed $y = 40 - 3\omega$
per cui dalla seconda equazione si trae $\omega - z = 2$ onde $z = \omega - 2$
Niun dubbio che x y z deono essere positivi, e prendendo i valori di ω da 2 fino e compreso il 13, si hanno 12 modi di soluzione possibile:

posto $\omega =$	sono gli Uomini $x =$	Donne $y =$	Ragazzi $z =$
2	4	34	0
» 3	» 6	» 31	» 1
» 4	» 8	» 28	» 2
» 5	» 10	» 25	» 3
» 6	» 12	» 22	» 4
» 7	» 14	» 19	» 5
» 8	» 16	» 16	» 6
» 9	» 18	» 13	» 7
» 10	» 20	» 10	» 8
» 11	» 22	» 7	» 9
» 12	» 24	» 4	» 10
» 13	» 26	» 1	» 11

Dal quale risultato l'economo rurale può derivare utili avvertimenti; imperciocchè gioverà per conoscere di qual guisa si possono impiegare operai di diversa forza, secondo i lavori occorrevoli, come ne ricorrerà proficua applicazione a suo luogo.

674. **Problema** XXXIX. *Un proprietario di quattro fondi, colla spesa di lire 1350 ha fatto lavorare 12 uomini nel primo fondo, 9 nel secondo, 8 nel terzo e 6 nel quarto. Si ricerca la spesa per uomo in ciascun fondo con avvertenza che la spesa dei due fondi, secondo e terzo equivale, alla spesa del solo primo fondo, nel quale ciascun uomo ha guadagnato il doppio di quelli ch'hanno lavorato nel quarto.*

Soluzione in numeri interi	1° fondo	2° fondo	3° fondo	4° fondo
	lire 50 . .	lire 0 . .	lire 75 . .	lire 25
	50 . .	» 8 . .	» 66 . .	» 25
	50 . .	» 16 . .	» 57 . .	» 25
	50 . .	» 24 . .	» 48 . .	» 25
	50 . .	» 32 . .	» 39 . .	» 25
	50 . .	» 40 . .	» 30 . .	» 25
	50 . .	» 48 . .	» 21 . .	» 25
	50 . .	» 56 . .	» 12 . .	» 25
	50 . .	» 64 . .	» 3 . .	» 25

Di questo risultato si vedrà pure a suo luogo alcuna utile applicazione.

675. Fo stima d'essermi a sufficienza diffuso per ispiegare e con esempi, e col raziocinio il meccanismo del calcolo relativo ai problemi di primo grado. L'amministratore e il contabile rurale troveranno in pratica molto utile e comodo il sapere anche solo quanto è fin qui detto di elementari principii dell'Algebra. Occorrono spesso quesiti di agraria economia molto inesattamente compresi d'ordinario, e quindi ingiustamente, o svantaggiosa-

mente applicati. Quando si è, per così dire, famigliarizzati colla severità de' metodi, ancorchè elementari come gli esposti, le questioni d'interessi, di rendite, di perequazioni, riparti d'utili e di spese ed altri modi in ispecie frequenti nelle grandi amministrazioni campestri, si enunciano adequatamente, e si sviluppano in risultamenti incontrovertibili, oltrecchè si ottengono in modo di lunga mano più spediti che non coll'ordinarie operazioni aritmetiche. Dirò ancora: quando s'istituiscono calcoli presuntivi per giudicare del probabile successo di coltivazioni, acquisti ed intraprese rurali di qualsiasi natura, il sapersi giovare de' processi algebrici porge lumi non rade volte d'una importanza, che chi non li conosce non saprebbe apprezzare.

SEZIONE II.

[1] Quadrati e radici. [2] Equazioni di 2° grado [3] Potenze e radici di 3° grado.

676. Il concetto e il calcolo delle potenze, e delle radici non è di poca rilevanza per gli agronomi, È difficile infatti far esatte misura della superficie, e dei volumi dei corpi, senza riportarli a idee di quadrati e di cubi, i quali in sostanza rappresentano la 2ª e 3ª potenza della linea di dimensione. Ma l' esame di alcuni problemi che verrò indicando, faranno aperta, meglio ch'altre considerazioni, la necessità di conoscere almeno la risoluzione dei problemi ove l'incognita si presenta alla seconda potenza, ed alcuni riflessi occorrevoli quanto alla terza.

Art. 1° Quadrati e radici

[1] Delle potenze in generale.

677. Delle potenze e radici dei numeri è già discorso al § 224 e seguenti. Più generalmente *una quantità* a, *moltiplicata per se stessa, dà il prodotto* a a; *moltiplicando questo prodotto* a a *per* a *ne deriva un terzo* a a a, e così proseguendo, e compendiandone l'espressione mediante l'*esponente* (§ 526), si ottiene la *serie delle potenze* della quantità a di questa guisa

$$a,\ a^2,\ a^3,\ a^4,\ a^2\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ a^m$$

dove a è *prima* potenza, a^2 *seconda* e in generale a^m dicesi *emmesima* potenza di a.

Se a è la *prima* potenza, dunque generalmente $a = a$.

Se a^2 è *seconda* potenza e deriva da $a\,a$, cioè da a moltiplicato una volta per se stesso; e se a^3 è *terza* potenza e deriva da $a\,a\,a$, cioè da a moltiplicato *due* volte per se stesso, il numero dell'esponente indica dunque due cose: 1° il numero del *grado* della potenza, e più il numero (diminuito dell'unità) delle volte che la quantità dee moltiplicarsi per

se medesima. Laonde l'esponente m indica il grado *emmesimo* della potenza; ma significa che la potenza dee moltiplicarsi per se medesima non un numero m volte, sì bene un numero $m - 1$ di volte.

La 2ª potenza di 8 è $8^2 = 8 \times 8 = 64$, quella di $5^2 a^2 = 5a \times 5a = 25a^2$

$$\text{quella di } \left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3^2}{5^2} = \frac{9}{16}$$

La 3ª è per $8^3 = 8 \times 8 \times 8 = 512$; per $(5a)^3 = 5a \times 5a \times 5a = 125a^3$;

$$\text{per } \left(\frac{3}{4}\right)^3 = \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{27}{64}.$$

La emmesima di 8 è 8^m; per $5a$ è $5^m a^m$; per $\frac{3ay}{4x}$ è $\frac{3^m x^m y^m}{4^m x^m}$.

Non è da ripetere quanto s'è detto, (Cap. VI) cioè la potenza 2ª chiamarsi *quadrato*, la 3ª *cubo* ecc.

678. **Delle Radici in generale.** Nella serie

$$a^1, a^2, a^3, a^4, a^5 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; a^m$$

il primo termine a d'onde tutti gli altri sono dedotti, relativamente ad essi è la *radice*; ma per a^2 è *radice seconda*, per a^3 è radice terza, per a^m infine l' a è *emmesima* radice. Come s'è già esposto (Cap. VI) la radice *seconda* dicesi ancora radice *quadrata*, la *terza* dicesi pur *cubica* ecc.

679. S'è pur detto che il segno $\sqrt{\ }$ indica la radice della quantità cui il segno si prepone: ma può usarsi in sua vece un esponente eguale alla divisione dell'esponente della quantità, pel numero del grado della radice. È adunque indifferente l'usare l'una o l'altra delle seguenti:

$$\sqrt[2]{a} \quad \sqrt[3]{a} \quad \sqrt[4]{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \sqrt[m-1]{a} \quad \sqrt[m]{a}$$

$$a^{\frac{1}{2}} \quad a^{\frac{1}{3}} \quad a^{\frac{1}{4}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad a^{\frac{1}{m-1}} \quad a^{\frac{1}{m}}$$

Similmente $\sqrt[2]{a^6}$ sarebbe lo stesso che $a^{\frac{6}{2}}$; e siccome $\frac{6}{2} = 3$, quindi risulta dimostrato ancora che, per esempio, $\sqrt[2]{a^6} = a^3$.

Come, per far la potenza di un *monomio*, si fa la potenza speciale di tutti i numeri e lettere che contiene; così accade per estrarne la radice, dovendosi estrarre da ogni sua lettera e da ogni suo numero: così

$$\sqrt[3]{7a^2b} = (7a^2b)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{7} \times \sqrt[3]{a^2} \times \sqrt[2]{b} = 7^{\frac{1}{3}} a^{\frac{2}{3}} b^{\frac{1}{3}}$$

680. **Significazione degli esponenti.**

Adunque l'esponente *intero* indica *elevazione a potenza*
» *frazionario* » *estrazione di radice;*
Di più » *zero* » *riduzione all'unità*
» *negativo* » *l'unità divisa per la potenza*

Che a^0, b^0 ecc. sieno eguali ad 1, si argomenta considerando che per *moltiplicare* a^1 per se stesso una volta, due volte ecc. basta aggiugnere una, due ecc. unità all'esponente 1, e scrivere a^2, a^3 ecc. Per indicare invece la *divisione* di una quantità a per se medesima una, due, tre volte ecc., basta sottrarre una, due, tre unità dall'esponente 1 di a. Si ha dunque

$$\frac{a^1}{a} = a^{1-1} = a^0 = 1, \text{ giacchè } \frac{a}{a} \text{ è evidentemente } 1 \text{ come lo è } \frac{6}{6} \text{ ecc.}$$

Proseguendo le divisioni ed indicazioni rispettive, si ha

$$\frac{a^1}{a\,a} = \frac{a^1}{a^2} = a^{1-2} = a^{-1} = a\frac{1}{a} \text{ perchè } \frac{a}{a\,a} \text{ è } \frac{1}{a}; \text{ come } \frac{6}{66} \text{ è } \frac{1}{6} \text{ ecc.}$$

681. Quindi consegue: I. *Non si altera una quantità qualunque moltiplicandola per qualsiasi quantità elevata a potenza zero;* $m\,(x\,y\,z\,a\,b\,c)^0 = m$

II. *Si ponno invertere le lettere d'una frazione, passando quelle del numeratore nel denominatore, e inversamente, purchè si cangino i segni ai loro esponenti.*

$$\frac{a'}{1} = a' \quad \text{ed} \quad \frac{1}{a} = a^{-1} \quad \text{così è di } b \text{ ecc. dunque } \left(\frac{a}{b}\right)^1 = \left(\frac{b}{a}\right)^{-1}$$

682. Per moltiplicare due potenze intere d'una stessa quantità, basta sommarle; dunque

$a \times a^n = {}^{m+n}$. Infatti $a^3 \times a^2 = aaa \times a\,a = a\,a\,a\,a\,a = a^5 = a^{3+2}$

Ciò vale ancora per potenze negative.

$$a^{-m} \times a^{-n} = \frac{1}{a^m} \times \frac{1}{a^n} = \frac{1}{a^{m+n}} = a^{-m-n};$$

$$a^m \times a^{-n} = a^m \frac{1}{a^n} = \frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

E similmente per le fratte

$$a^{\frac{m}{n}} \times a^{\frac{e}{n}} = \sqrt[n]{a^m} \times \sqrt[n]{a^e} = \sqrt[n]{a^m \times a^e} = \sqrt[n]{a^{m+e}} = a^{\frac{m+e}{n}} = a^{\frac{m}{n}+\frac{m}{e}}$$

Per dare esempi numerici.

$$a^{-10} \times a^{-5} = \frac{1}{a^{10}} \times \frac{1}{a^5} = \frac{1}{a^{15}} = a^{-15}\, a^{-10-5}$$

$$6^{\frac{1}{4}} \times 6^{\frac{2}{4}} = 6^{\frac{3}{4}}$$

683. Quando io abbia a^2 non ho realmente il quadrato o potenza seconda di a come l'avrei se, essendo $a = 4$, invece di 4^2, scrivessi 16 Ora se volessi ulteriormente *elevare* alla seconda potenza il 16, scriverei 16^2: ma come si dovrà operare quando quel 16 sia ancora indicato mediante una potenza come sarebbe a^2, che lo rappresenta? Null'altro occorre che moltiplicare l'esponente della quantità che si vuol elevare ulteriormente a potenza, pel grado della nuova potenza. Per elevare a^2 alla seconda potenza, scriverò $a^{2 \times 2} = a^2$. Infatti tanto è il valore di $4^{2 \times 2}$ ossia 4^4, come quello di 16^2, cioè

$$(4^2)^2 = 4^{2 \times 2} = 4^4 = 16^2 = 256$$

$$\text{Dunque} \quad (a^2)^3 = a^{2 \cdot 3} = a^6 \,; \quad (a^{-2})^3 = a^{-6} \,; \quad (a^m)^n = a^m$$

$$\text{Così per es.} \quad \left(a^{\frac{3}{5}}\right)^3 = a^{\frac{3}{5}} . a^{\frac{3}{5}} . a^{\frac{3}{5}} = a^{\frac{9}{5}} = a^{\frac{3 . 3}{5}} ; \quad \sqrt[3]{a^{\frac{9}{5}}} = a^{\frac{9}{5 . 3}} = a^{\frac{3}{5}}$$

684. **Radicali delle quantità negative.** Se nella serie

$$a^1, \quad a^2, \quad a^3, \quad a^4 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad a^m$$

il primo termine fosse negativo cioè $-a$ siccome $-a \times -a = a\,a$, ed $a\,a \times -a = -aaa$, la serie si compone di termini alternatamente negativi e positivi e diviene

$-a, +a^2, -a^3, +a^4$ ..... onde $+a^m$ se m è numero pari e $-a^m$ se dispari.

Quindi una quantità negativa non può essere considerata come potenza pari d'una quantità negativa moltiplicata per se medesima; dunque impossibile avere la radice quadrata o altra di grado pari d'una potenza negativa. Laonde la radice di grado pari d'una quantità negativa, dicesi *immaginaria* a differenza delle altre le quali diconsi *reali*, Se per n si esprima un numero intero, saranno immaginarie l'espressioni $\sqrt[2n]{-a}$ ovvero $a^{\frac{1}{2n}}$ come per esempio $\sqrt{-36}$; $\sqrt{-2}$; $\sqrt[4]{-a^2 b^3}$ ecc.

685. **Riduzione degli esponenti.** Come accade pei rotti e interi ordinarii, così per gli esponenti si può cangiarne la forma senza alterarne il valore. Quindi a' può rappresentarsi per

$$a' = a^{\frac{2}{2}} = a^{\frac{3}{3}} = a^{\frac{m}{m}} = \sqrt[2]{a^2} = \sqrt[3]{a^3} = \sqrt[m]{a^m}$$

ed anche $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}} = a^{\frac{mb}{nb}}$.

Del che può valersi per ridurre diverse potenze allo stesso grado riducendo i loro esponenti a rotti collo stesso denominatore. Così

$$a^2 + 36\sqrt[3]{c} + 2\sqrt{e^n} = a^2 + 36\, c^{\frac{1}{3}} + 2\, e^{\frac{n}{2}}$$

$$= a^{\frac{12}{6}} + 3^{\frac{6}{6}}\, b^{\frac{6}{9}}\, c^{\frac{12}{6}} + 2^{\frac{6}{6}}\, e^{\frac{3n}{6}} = \sqrt[6]{a^{12}} + \sqrt[6]{3^6\, b^6\, c^{12}} + \sqrt[6]{2^6\, e^{3n}}$$

$$\text{così } 3\sqrt{a^3} = 3a^{\frac{2}{3}} = 3a^{1+\frac{1}{2}} = 3a\sqrt{a};$$

$$2\sqrt[3]{2500} = 2\sqrt[3]{4.5^4} = 2.\,5.\,4.^{\frac{1}{3}}\,5^{\frac{1}{3}} = 10\sqrt{20}$$

$$\text{Quindi } \sqrt{a} + \sqrt[3]{b} + 2\sqrt{a} - 3\sqrt[3]{b} = 3\sqrt{a} - 2\sqrt[3]{b} \text{ ecc.}$$

686. Riepilogando. Le quantità elevate a potenze si sottraggono e si moltiplicano come al solito.

Si **moltiplicano** sommando gli esponenti; $a^m \times a^n = a^{m+n}$

Si **dividono** sottraendoli; a^m diviso da $a^n = a^{m-n}$

Si **elevano a potenze** moltiplicandoli; $(a^m)^n = a^{mn}$

Si **estraggono le radici** dividendoli; $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

Quando la divisione dell'esponente pel grado della radice riesce senza resto, la radice dicesi *razionale* o *commensurabile*: nel caso contrario incommensurabile o irrazionale.

[2] Potenze e radici di 2° grado.

687. **L'unità** considerata come quadrato di 1, giacchè $1^2 = 1$, come $1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \ldots = 1$, ha però le sue radici, e sono due, cioè $+1$, e -1, perchè tanto $+1 \times +1 = 1$, come $-1 \times -1 = 1$. Dunque $\sqrt{1}$ ha due espressioni $\sqrt{1} = 1$, e $\sqrt{1} = -1$. Ma non si dee conchiuderne che -1 sia $= +1$: solo il $+1$ moltiplicato per $+1$ produce 1, come il -1 moltiplicato per -1: invece -1 moltiplicato per $+1$ o viceversa produrrebbe non 1 ma -1.

688. **Potenze di 2° grado dei polinomii.** L'*emmesima* potenza di qualunque polinomio s'indica in questi due modi $(a + b + c \text{ ecc.})^m$ ovvero $\overline{a + b + c \text{ ecc.}}^m$ Ambedue queste espressioni significano doversi moltiplicare quel polinomio qualunque per se medesimo un numero $m - 1$ di volte.

Limitandosi alla sola seconda potenza suppongasi di dovere elevare al quadrato il binomio $a + b$. Dovrà essere $\overline{a + b}^m$ ovvero $(a + b)^2 = (a + b)\,(a + b)$ lo che darà $a^2 + 2ab + b^2$.

Adunque come già si rilevò (§ 235), il quadrato d'un binomio si esprime con tre termini: 1° il quadrato del primo termine del binomio; 2° il doppio prodotto del primo termine pel secondo; 3° il quadrato del secondo termine.

I segni tutti positivi, se lo sono i termini del binomio: se lo hanno diverso, il solo doppio prodotto è negativo.

Se invece del binomio $a + b$ avessi il binomio $ax + yz$, avrò

$$(ax + yz)^2 = a^2 x^2 + 2axyz + y^2 z^2$$

Se per altro caso si abbia il binomio $3mn - 4m^2$, e $x + \frac{1}{2}a$ saranno

$$(3mn - 4m^2)^2 = 9m^2n^2 - 24m^3n + 16m^4;$$

$$\text{e} \quad \left(x + \frac{1}{2}a\right)^2 = x^2 + ax + \frac{a^2}{4}$$

689. Ho già fatto rilevare che per trovare il quadrato, per esempio, di 122 posso dedurlo, spezzando il 122 in 100 + 22, ed allora

$(100 + 22)^2 = 100^2 + 4400 + 22^2 = 10000 + 4400 + 484 = 14884.$

Per dimostrarlo con disegno geometrico, come per iniziare l'agronomo studioso ad apprezzare il vincolo dell'analisi algebriche colla geometria, valga la seguente figura 54:

Se il quadrato A B C D abbia i suoi lati lunghi 25 metri ciascuno, contiene il quadrato che ha 20 metri di lato, più il quadrato che ne ha 5 e di più due volte 20 × 5. Infatti G F E D è il quadrato che ha 20 metri di lato; B M I F il quadrato che ha 5 metri di lato; I F C E il rettangolo che ha un lato di meri 20, e l'altro di metri 5; ed M F A G l'altro rettangolo simile. I quali equivalgono a due volte il prodotto espresso da 20 × 5.

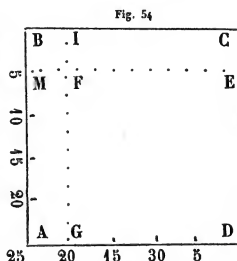
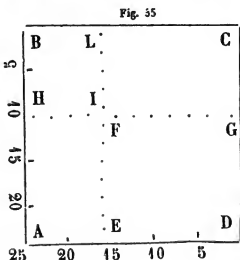
Fig. 54

Quando per derivare com'è composto il quadrato di 25, invece di considerare questo numero diviso ne'due, 20 e 5, lo considerassi diviso per esempio in 15 e 10, come indica la figura 55, sarebbe;

Fig. 55

quadrato di 15 = E F G D = 15 × 15
quadrato di 10 = B H L I = 10 × 10
Doppio prodotto di 20 per 15 cioè { C L I G = 10 × 15; H I A E = 10 × 15 }

690. **Radici seconde dei polinomi.** È da premettere che il segno radicale $\sqrt{}$ deve sottintendersi fornito del doppio segno $\pm$ perchè $\sqrt{a^2}$ tanto è $+a$ come $-a$, siccome è detto estesamente al § 684. Se si avesse il binomio $x^2 + 2ax$ da cui fosse da estrarre la radice, è facile comprendere dal § 688 precedente, ch'esso manca del termine a^2 per formare un quadrato perfetto la cui radice sarebbe $x + a$. Quando perciò mi si offra per esempio la quantità $a^2 - 2ax + x^2$ per estrarne la radice quadra, se questa quantità di tre termini è un quadrato perfetto, potrò indurne che la sua radice deve essere un binomio. Il primo anzi de' tre termini, dee essere il quadrato della prima parte del binomio, il secondo sarà il doppio prodotto delle due parti, il terzo il quadrato della seconda parte. Cercherò dunque la radice di a^2 e disporrò l'operazione come segue:

$$\begin{array}{r|l}
 & \text{Rad. } a - x \quad \text{e} \quad \text{Rad. } -a + x \\
 & a^2 - 2ax + x^2 \\
 & -a^2 \\
 & 0 - 2ax + x^2 \\
2a - x & \quad + 2ax - x^2 \\
 & \qquad 0
\end{array}$$

Scritta la quantità e tracciatavi sopra una linea orizzontale chiusa a sinistra da lineetta perpendicolare, trovato a per valore di $\sqrt{a^2}$ scrivo a su quella linea orizzontale, in radice. Sottraggo a^2 scrivendo $-a^2$ sotto il primo dei tre termini, ed ho *zero* per residuo del primo termine, più gli altri due cioè $-2ax + x^2$ che scrivo accanto al *zero* avuto di resto da $a^2 - a^2$.

Ora il secondo termine $2ax$ deve essere il prodotto della prima parte del binomio per la seconda. Per conoscerlo divido il $2ax$ per il doppio del trovato a, ossia per $2a$ ed il quoziente $-x$ che me ne rimane lo scrivo accanto a quel divisore $2a$, non già in radice. Se questa $-x$ è la seconda parte della radice, moltiplicando per essa tutta la quantità $2a - x$, e sottraendo il prodotto da quel primo, avendo $-2ax + x^2$, non dee rimaner resto di sorta. E così accade di fatto, perchè scrivendo il $-2ax + x^2$ con segni contrari, per sottrarlo da quell'avanzo, ogni termine è pareggiato ed escluso dal superiore e rimane zero.

691. Come si è avvertito però, la radice quadrata della quantità da cui si è estratta, si sottintende avere tanto il segno negativo che il positivo: dunque il trovato binomio $a - x$ dee soddisfare come radice anche con contrari segni. E così pure avviene perchè se accanto alla trovata $a - x$ scrivo l'altra radice $-a + x$ questa quantità moltiplicata per se stessa riproduce come l'altra il quadrato

$$a^2 - 2ax + x^2.$$

692. Non sempre si trovano polinomi così facili a riconoscere per quadrati perfetti come il dimostrato. Ma i calcolatori esercitati presto cono-

scono se sia impossibile trovare la radice esatta d'un dato polinomio.

Riporterò altro esempio:

$$
\begin{array}{lllllllll}
 & \multicolumn{8}{l}{|\ \text{Radice } a^2 - b^2 - c^3} \\
 & & a^4 & -2a^2b^2 & +b^4 & -2a^2c^3 & +2b^2c^3 & +c^6 \\
 & & -a^4 & & & & & \\
 & & 0 & -2a^2b^2 & +b^4 & & & \\
\text{I. Divis. } 2a^2 - b^2 & & & +2a^2b^2 & -b^4 & & & \\
 & & & 0 & 0 & -2a^2c^3 & +2b^2c^3 & +c^6 \\
 & & & & & +2a^2c^3 & -2b^2c^3 & -c^6 \\
\text{II. Divis. } 2a^2 - 2b^2 - c^3 - & & & & & 0 & 0 & 0
\end{array}
$$

693. **Radici dei numeri.** Se riesce facile formare il quadrato d'un numero, sia moltiplicandolo direttamente per se stesso, sia decomponendolo in due termini contenenti le decine e le unità, o le centinaia e le decine (secondochè si componga di due, tre, o quattro cifre) per estrarne la radice conviene *dividerlo in membri di due cifre* cominciando a destra, cosicchè se il numero delle cifre sia impari, l'ultimo membro a sinistra *riesca d'una sola cifra*. Ma in generale se per esempio $400 + 240 + 36$ adempiono alle forme del quadrato di $20 + 6$, quando sono riunite nel solo numero 676 è difficile riconoscere que' tre termini rispondenti al quadrato di 20, al doppio prodotto di 20 per 6, ed al quadrato di 6.

694. Mi limiterò all'estrazione della radice quadrata d'un numero, dimostrando l'operazione con un esempio. Sia il numero 7873636 da cui vogliasi ricavare.

$$
\begin{array}{lllll}
 & \multicolumn{4}{l}{|\ \text{Radice } 2806} \\
 & 7 & 87 & 36 & 36 \\
\text{I. Divis. } 48 & 3 & \dot{8}7 & & \\
 & & 3 & 36 & 36 \\
\text{II. Divis. } 56 & & & \dot{} & \dot{} \\
 & & 0 & 00 & 00. \\
\text{III. Divis. } 5606 & & & &
\end{array}
$$

695. **Processo dell'operazione:**

1° Trovasi la radice del maggior quadrato contenuto nel primo membro 7 ed è 2 che si pone in radice, e fattone il quadrato e sottratto da 7 si ha 3 di resto.

2° Notasi il resto 3 e scrivonsi le cifre del secondo membro 87 onde si ha 387: siccome in 38 dee contenersi il doppio prodotto della prima nella seconda parte della radice, perciò nel 7 rimanente dovrebbe trovarsi il quadrato della seconda: si marca il 7 con un punto al disotto, per escluderlo dalla divisione del 38 pel quadrato della prima parte della radice cioè di 2: e dividendo 38 per 4 quadrato di 2, trovo il quoziente 9 che dovrei scrivere e in radice e appresso al divisore 4. Ma $9 \times 49 = 441$ è > 387 perciò debbo limitarmi all'8 invece del 9, e lo noto sia in radice sia nel

1° divisore. Da $8 \times 48 = 384$ ottenuto questo prodotto < 387, sottraesi dallo stesso 387, e rimane 3 di resto.

3° Calato il terzo membro 36 presso al secondo resto 3, marcato il 6, come fu praticato col 7, con un punto al disotto, raddoppiando la parte trovata di radice cioè 28, rilevo non potersi dividere il 33 per 56 doppio di 28: quindi è da scrivere zero in radice ed abbassare l'altro membro 36, appresso al resto ancora indiviso 336.

4° Separata con sottoposto punto l'ultima cifra 6, raddoppiando la parte trovata di radice cioè 280, col 560 si divide il 3363. Ne risulta 6 per quoziente da scrivere in radice e presso al 560. Ora moltiplicando 5606 per 6 si ha il prodotto 33636, il quale sottratto dal pari numero ch'era di resto, non lascia alcun residuo, e quindi dimostra che la radice esatta del dato numero è 2806.

Art. 2.° Problemi di 2.° grado.

696. Non conviene impaurar troppo de' nomi. Che ha mai di troppo sottile o incomprensibile un problema di 2° grado, perchè non debba l'agronomo conoscere i modi di scioglierlo?

Quando una questione richiede, per essere sciolta, di calcolare una equazione in cui l'incognita sia del secondo grado, il problema e l'equazione diconsi di secondo grado. La risoluzione si fonda sugli assiomi § 598, 599, 600 e sull'altro seguente.

697. ASSIOMA. *Elevando i membri d'un'equazione alla medesima potenza sia intera, fratta, positiva o negativa, non si altera punto l'equazione:* vale a dire non cessano i due membri d'essere eguali tra loro.

[1] Equazioni di 2.° grado.

698. **Formola generale.** Qualunque *equazione* di 2.° grado, si può ridurre a questa formola

$$x^2 + Ax = B$$

Avete per caso l'*equazione* $x^2 = 25$: supponete nella data formola $A = 0$ e $B = 25$ e la formola si trasforma esattamente nella vostra *equazione.* Per altro caso avete l'*equazione* $am + x^2 + nr + 2x = pq + x$, riducendola essa sarà $x^2 + x = pq - am - nr$, e ponendo nella formola, $A = 1$, e $B = pq - am - nr$ troverete la vostra *equazione.* Così di tutti gli altri casi. Appreso questo, quando siasi conosciuta la risoluzione della formola non può essere difficoltà per risolvere generalmente tutte le equazioni di secondo grado. Ecco dunque uno degli immensi vantaggi dell'algebra, la quale offre una chiave sola per risolvere una infinità di combinazioni.

699. **Soluzione.** Che s'ha egli da fare per iscoprire il valore di x in quella formola $x^2 + Ax = B$?

1° Estrarre la radice quadra da quella equazione

2° Se sia $A = 0$ riducendosi essa ad $x^2 = B$, si avrà unicamente da estrarre la radice numerica di B.

3° Se A non sia $= 0$, aggiungere ad $x^2 + Ax$ quel tal terzo termine che valga a *compiere il quadrato*: cioè a fare del primo membro dell'equazione un quadrato perfetto.

700. **Processo del calcolo.** La condizione 1ª dipende dalla 3ª: nè la seconda offerendo difficoltà, tutto l'artificio perciò alla 3ª si riduce. *Prima* di tutto, qualunque quantità occorra aggiugnere al primo membro della formola, è pur forza aggiugnerlo al secondo. In *secondo* luogo perchè $x^2 + Ax$ divenga un quadrato perfetto, basta aggiugnere il quadrato di A diviso per 4; cioè generalmente il quadrato della metà del termine moltiplicatore di x. La formola adunque diviene

$$x^2 + Ax + \frac{A^2}{4} = B + \frac{A^2}{4}$$

dalla quale $\sqrt{x^2 + Ax + \frac{A^2}{4}} = \sqrt{B + \frac{A^2}{4}}$.

Ma io so già che il primo membro è il quadrato perfetto di un binomio che ha per prima parte la radice del primo termine, e per seconda la radice del terzo: dunque avrò

$$x + \frac{A}{2} = \pm\sqrt{B + \frac{A^2}{4}} \quad \text{ed} \quad x = \pm\sqrt{\left(B \pm \frac{A^2}{4}\right)} - \frac{A}{2}.$$

701. Perchè abbia preposto il doppio segno alla radice del secondo membro, è abbastanza chiarito al § 684. Dunque il valore dell'incognita data nella formola generale, è ridotto al valore cognito di termini tutti noti.

De' quali termini del secondo membro, se B sia positivo, anche il radicale sarà positivo, perchè il termine aggiuntovi $\frac{A^2}{4}$ è potenza pari, e dunque non può essere che positivo (§ 685). Se poi il complesso di B con $\frac{A^2}{4}$ formerà un quadrato, il radicale sarà *commensurabile*: se non forma un quadrato il radicale sarà *incommensurabile* ma *reale*, e si avrà approssimativo. Per la ragione poi del doppio segno $\pm$, x avrà due valori; cioè

$$x = -\frac{A}{2} + \sqrt{\left(B + \frac{A^2}{4}\right)} \quad \text{ed} \quad x = -\frac{A}{2} - \sqrt{\left(B + \frac{A^2}{4}\right)}$$

702. Ma spesso le radici non saranno che *immaginarie*.

Quando la quantità B sia negativa, allora possono accadere tre casi:

1° Che sia $B < \frac{A^2}{4}$; ed il positivo essendo maggiore del negativo, sottraendo B da $\frac{A^2}{4}$ il resto sarà positivo, quindi il radicale *reale*:

2° Che sia $B = \frac{A^2}{4}$; e il radicale scompare, e l' x avrà il solo valore del termine $-\frac{A}{2}$, cioè le due radici dell'equazione sono eguali;

3° Che sia $B > \frac{A^2}{4}$: ed allora sottraendo la quantità minore positiva

dalla maggiore negativa, il resto sarà una quantità negativa, la quale non può avere che una radice immaginaria per la ragione già replicata, che non vi è quantità che moltiplicata per se stessa possa dare un prodotto negativo; giacchè sia essa positiva o negativa, il suo quadrato è sempre positivo.

703. Dopo ciò l'agronomo dee aver compreso ridursi tutta la difficoltà di risolvere equazioni di 2° grado a conoscere completamente quanto si è detto intorno all'elevazione a potenze ed all'estrazione di radici. Perciò se non avrà ommesso lo studio di quanto precede, non gli riuscirà disagevole la risoluzione dei problemi analoghi a quelli che seguono.

[2] Problemi di 2° grado.

704. **Dubbio.** Può egli occorrere in pratica di avere a risolvere problemi di 2° grado nella campestre economia?

Il lettore dovrà convenirne per le applicazioni d'alcuni problemi di geometria se non indispensabili, pel vero agronomo importantissimi. L'esempio inoltre dei problemi seguenti, porge prova dell'opportunità di conoscere la risoluzione dell'equazioni di 2° grado. Avverta poi l'agronomo, come rileverà pure dagli esempi medesimi, che di spesso un problema non sembra condurre ad equazioni di 2° grado, mentre nel fatto poi la loro risoluzione richiede di trovare il valore dell'incognita elevata alla 2ª potenza.

705. **Problema.** XL. *Un prato rettangolo ha metri quadrati 480 di superficie: un altro pure rettangolo, lungo 6 metri di più e largo 4 di meno, ha la stessa estensione. Quali sono le dimensioni dei due prati?*

La superficie di un rettangolo equivale al prodotto della lunghezza per la larghezza. Se x sia la lunghezza, y la larghezza, sarà nel presente caso $xy = 480$, onde la larghezza sarà $\frac{480}{x}$. Se queste sono le dimensioni del primo prato, quali saranno quelle del secondo? La lunghezza del primo è x, dunque la lunghezza del secondo è $x + 6$. La larghezza del primo è $\frac{480}{x}$ dunque quella del secondo è $\frac{480}{x} - 4$.

Ma il secondo prato ha in complesso l'estensione 480 del primo, quindi dovrà essere (A) $\left(x + 6\right)\left(\frac{480}{x} - 4\right) = 480$

dalla quale si ha $\frac{480\,x}{x} - 4x + \frac{2880}{x} - 24 = 480$

d'onde $\frac{2880}{x} - 4x - 24 = 0$

706. Qualunque operazione si faccia che non alteri l'eguaglianza de' due membri l'incognita comparirà sempre elevata alla 2ª potenza. Onde si ha l'avvertimento: che quando in una equazione oltre il termine in cui è l'incognita se ne presenta altro in cui essa occupi il posto di denominatore, l'equazione è di 2° grado.

707. Riducendo adunque ulteriormente quell'ultima espressione, cioè moltiplicando tutti i termini per x avremo

$$2880 - 4x^2 - 24x = 0$$

dividendo per 4, e trasportando si avrà

$$x^2 + 6x - 720 = 0 \quad \text{ed} \quad x^2 + 6x = 720$$

Ed ecco l'equazione ridotta a quella generale $x^2 + Ax = B$ dove $A = 6$ e $B = 720$. Siccome si è prescritto di completare il quadrato del primo membro, coll'aggiugnere $\frac{A^2}{4}$, noi dovremo in luogo della quantità $\frac{A^2}{4}$ porre $\frac{36}{4} = 9$; e l'equazione diverrà

$$x^2 + 6x + 9 = 720 + 9 = 729$$

e dovremo trarre il valore dell'x, estraendo le radici dei due membri, cioè trovare il valore delle due espressioni eguali

$$\sqrt{(x^2 + 6x + 9)} = \sqrt{729}.$$

Per quanto addietro si disse, il quadrato perfetto $x^2 + 6x + 9$ avrà per radice il binomio di cui la prima parte sarà la radice del primo termine, cioè x, e la seconda sarà la radice del terzo termine cioè 3. Quindi

$$x + 3 = \pm\sqrt{729} \quad \text{ed} \quad x = -3 \pm \sqrt{729} = -3 \pm 27$$

Dunque avremo due valori di x cioè $x = 24$, ed $x = -30$.

708. Applichiamo prima il valore positivo $x = 24$.

Pel primo prato la lunghezza x sarà 24 e la larghezza $\frac{480}{x} = \frac{480}{24} = 20$.

Pel secondo la lunghezza $x + 6$ sarà 30 e larghezza $\frac{480}{x - 6} = \frac{480}{30} = 16$.

Dunque è soddisfatto il problema, perchè l'estensione si verifica eguale per ambedue, ai 480 metri. Infatti

$$\text{I.}\quad 24 \times 20 = 480 \qquad \text{II.}\quad 30 \times 16 = 480.$$

Applicando il valore negativo, $x = -30$, è d'uopo cambiare di segno l'x nell'equazione primitiva (A) cioè la $(x + 6)\left(\frac{480}{x} - 4\right) = 480$ diverrà

$$(-x + 6)\left(-\frac{480}{x} - 4\right) = 480$$

In questa cambiando i segni di ciascun fattore, locchè non altera l'eguaglianza perchè non altera il prodotto, avremo l'equazione

$$(x - 6)\left(\frac{480}{x} + 4\right) = 480$$

cioè a dire un'equazione la quale risponderebbe al seguente Problema.

709. **Problema** XLI. *Un prato rettangolo ha metri* qu. 480 *di superficie. Un altro, lungo* 6 *metri di meno e largo* 4 *metri di più, ha eguale estensione. Quali sono le dimensioni di ciascuno?*

Procedendo come pel problema antecedente, la lunghezza del secondo è $x - 6$, la sua larghezza $\frac{480}{x} + 4$, e si intavola il problema secondo quell'ultima equazione. Dalla quale si trae

$$4x - \frac{2880}{x} - 24 = 0\ ;\quad \text{e}\ x^2 - 6x = 720,$$

Compiendo il quadrato, sarà $x^2 - 6x + 9 = 720 + 9 = 729$,

ed $x - 3 = \sqrt{729}$ onde $x = 3 \pm \sqrt{729}$

e i due valori $x = 3 + 27 = 30$, ed $x = 3 - 27 = -24$,

710. Applicando il primo valore, $x = 30$, si ha

Pel 1° prato; lunghezza $x = 30$;

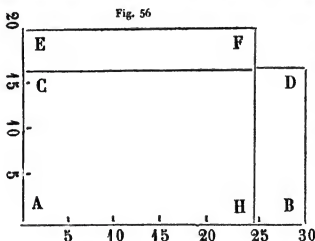
larghezza $\frac{480}{x} = \frac{480}{30} = 16$, onde $30 \times 16 = 480$.

Pel 2° prato; lunghezza $x - 6 = 24$;

larghezza $\frac{480}{30} + 4 = 16 + 4 = 20$, onde $24 \times 20 = 480$.

Questa soluzione risponde adunque al valore negativo del precedente problema, come il valore negativo di questo, reciprocamente riconduce al caso di $x = 24$ del medesimo problema antecedente.

Può anche farsene un'applicazione pratica secondo la figura che segue:

Fig. 56

A C D B è il perimetro del prato rettangolo lungo 30 metri e largo 16. A E F H è il prato rettangolo minore in lunghezza di 6 metri, e maggiore di 4 in larghezza: ambedue eguali in superficie, pari a metri 480 quadrati.

711. **Problema** XLII. *Due tenimenti del valore complessivo di lire* 120000 *rendono, il primo lire* 2800, *il secondo dà un frutto maggiore di un* 1 *per cento, e rende* 2500 *lire. Qual è il capitale di ciascun tenimento, e quale la rendita per cento, d'ognuno?*

Se sia x il tanto per cento del primo tenimento, il suo capitale C l'avremo da

$$\div\ x : 100 :: 2800 : C\ ;\quad \text{d'onde}\quad C = \frac{280000}{x}$$

Essendo $x+1$ il tanto per cento del secondo tenimento, avremo il suo capitale D da

$$\div\; x+1 : 100 :: 2500 : D; \quad \text{d'onde} \quad D = \frac{250000}{x+1}$$

Ma dee essere $C + D = 120000$; quindi

$$\frac{280000}{x} + \frac{250000}{x+1} = 120000$$

o più ridotto $\frac{28}{x} + \frac{25}{x+1} = 12$, d'onde $12x^2 - 41x - 28 = 0$

ossia $12x^2 - 41x = 28$, ed $x^2 - \frac{41}{12}x = \frac{28}{12}$

Quest'equazione comparata colla formola $x + \mathrm{A}x = \mathrm{B}$, compiuto il quadrato del primo membro, e fatte le debite riduzioni, darà per valori di x

$$x = 4 \quad \text{ed} \quad x = -\frac{7}{12}$$

de' quali il solo ammissibile è $x = 4$.

Dunque il 1° tenimento ha reso 4 per cento, e il suo capitale $\frac{280000}{4} = 70000$

il 2° ha reso 5 per cento, ed il suo capitale . . $\frac{250000}{5} = 50000$

Capitale complessivo 120000

712. **Problema** XLIII. *Avendo un tale comprato un animale difettoso, è obbligato a rivenderlo per lire 24, perdendo per cento altrettanto quanto gli era costato l'animale. Si ricerca quanto avea speso nella prima compra* (La risposta è lire 60 e lire 40).

713. **Problema** XLIV. *Sono distribuite lire 96 a 14 operai uomini e donne: ogni uomo ha ricevuto un numero di lire eguale al numero delle donne, e ogni donna altrettante lire quanti erano gli uomini.* (La risposta è 8 uomini con 6 donne, ovvero 6 uomini con 8 donne).

714. **Problema** XLV. *Due operai debbono eseguire un lavoro: facendone metà per ciascuno, l'uno dopo l'altro, occorrono in tutto 25 ore: lavorandovi contemporaneamente tutti e due, impiegano sole ore 12, Quant' occorrerebbe a ciascuno per far solo tutto il lavoro?* (Risposta: uno degli operai impiegherebbe 30 ore, l'altro 20).

715. **Problema** XLVI. *Diversi socii devono pagare per egual porzione la somma di lire 342. Ma tre non pagando, gli altri pagano in vece loro, e così aumentasi la rispettiva porzione di lire 19. Quanti sono quei socii?*

La quota di ciascuno, se x è il numero de' socii, è $\frac{342}{x}$; invece tre non pagando, la porzione dei rimanenti diviene $\frac{342}{x-3}$;

ma la seconda quota porta aumento di lire 19, dunque avremo l'equazione

$$\frac{342}{x-3}-\frac{342}{x}=19$$

dalla quale $1026=19x^2-57x$;
onde $x^2-3x=54$.

Paragonata colla generale $x^2+Ax=B$, sarà $A=-3$, $B=54$;

quindi il valore $x=-\frac{A}{2}\pm\sqrt{\left(B+\frac{A^2}{4}\right)}$ sarà $x=\frac{3}{2}\pm\sqrt{\left(54+\frac{9}{4}\right)}$

cioè $x=\frac{3}{2}\pm\sqrt{\frac{225}{4}}=\frac{3}{2}\pm\frac{15}{2}$;

onde $x=\frac{18}{2}=9$, ovvero $x=\frac{-12}{2}=-6$.

Facilmente si rileva essere il primo valore, cioè il positivo, quello che soddisfa al problema. Erano dunque 9 i socii, i quali tutti avrebbero pagato $\frac{342}{9}=38$, ridotti a 6 pagarono lire 57, equivalente a $\frac{342}{38+19}$; ed infatti è $57=38+19$. Pel valore -6 veggasi il seguente.

716. **Problema** XLVII (inverso del XLVI). *Diversi socii deono pagare la somma di lire 342; sopraggiungono altri tre, i quali, pagando la loro parte, diminuiscono così di lire 19 la porzione dei primi. Qual è il numero dei socii?*

Come nel precedente problema la parte dei socii x è $\frac{342}{x}$; crescendo tre a pagare, la parte di ciascuno è $\frac{342}{x+3}$. La differenza delle quote essendo 19, si avrà l'equazione $\frac{342}{x}-\frac{342}{x+3}=19$
d'onde $19x^2+57x=1026$ e dividendo per 19, sarà $x^2+3x=54$.

Paragonata colla generale $x^2+Ax=B$ abbiamo $A=3$ (a differenza che nel precedente problema era $A=-3$), e $B=54$.

Quindi il valore $x=-\frac{A}{2}\pm\sqrt{\left(B+\frac{A^2}{4}\right)}$

diviene $x=-\frac{3}{2}\pm\sqrt{\frac{225}{4}}=-\frac{3}{2}\pm\frac{15}{2}$;

d'onde $x=\frac{15}{2}-\frac{3}{2}=6$, ed $x=-\frac{15}{2}-\frac{3}{2}=-\frac{18}{2}=-9$.

Ed il valore positivo $+6$ soddisfa al problema presente, mentre il negativo -9 soddisfa al caso inverso, cioè al precedente.

717. Ritengo avere offerti esempii abbastanza, perchè si possa rilevare come debbansi applicare i valori doppii che danno le risoluzioni delle equazioni di 2° grado, e quanto mirabilmente l'Algebra, coi valori che sembrerebbero inapplicabili, faccia manifeste le più generali condizioni che hanno molti problemi, e solo l'analisi può disvelare.

Art. 3.° Potenze e radici di 3° grado.

718. **Formola generale del binomio.** Se il NEWTON non avesse fatto che la scoperta della formola generale di qualunque potenza del binomio $(a + b)^m$, avrebbe già lasciato un nome immortale. Siccome è altrettanto difficile il conoscere la formola per elevare il binomio alla terza potenza, quanto l'apprendere quella generale per una potenza qualunque, perciò consacro una pagina al suo sviluppo: la cui cognizione sarà da molti riputata soverchia, non però da quelli che riusciranno a possederla. Sponiamone adunque le regole.

719. **1ª Regola dei segni.** Se positivi quelli del binomio, positivi anche quelli della potenza. Se tutti negativi, saranno positivi tutti i termini per le potenze pari, tutti negativi per le potenze impari. Se un termine del binomio positivo, e l'altro negativo, i termini della potenza sono alternativi, avendo segno negativo i termini ove trovansi le potenze dispari della quantità negativa del binomio.

720. **2ª Regola per le lettere.** Il primo e l'ultimo termine della potenza si compongono rispettivamente della prima ed ultima lettera del binomio: gli altri termini le contengono amendue, moltiplicandosi tra loro.

721. **3ª Regola per gli esponenti.** Il primo termine della potenza è il primo del binomio, elevato al grado di essa: nei termini successivi l'esponente di questa prima parte del binomio diminuisce gradatamente di un'unità, mentre l'esponente della seconda parte aumenta colla stessa regola: ciò fino all'ultimo termine, ove la seconda parte del binomio resta sola con esponente eguale a quello della ricercata potenza.

722. **4ª Regola pei coefficienti.** Il coefficiente del primo termine della potenza è l'unità: quello del secondo termine è eguale al grado della potenza: quello del terzo è eguale alla metà del prodotto del secondo moltiplicato per l'esponente che ha la prima lettera (o parte prima del binomio) nello stesso secondo termine: il coefficiente del quarto termine è la terza parte del prodotto del coefficiente del terzo moltiplicato per l'esponente che ha sempre la prima lettera nello stesso terzo termine, e così via via proseguendo.

I coefficienti adunque del quinto grado, per esempio, hanno questa espressione

$$1,\ 5,\ \frac{5 . 4}{2},\ \frac{5 . 4 . 3}{2 . 3},\ \frac{5 . 4 . 3 . 2}{2 . 3 . 4},\ \frac{5 . 4 . 3 . 2 . 1}{2 . 3 . 4 . 5}$$

onde sono; 1, 5, 10, 10, 5, 1 : invece quelli del 6° sono; 1, 6, 15, 20, 15, 6, 1:

723. Si eseguiscano le reali moltipliche per avere le potenze di $(a + b)$ e quelle di $(a - b)$, e ridotte a dovere le espressioni, si considerino le potenze 1, 2, 3, 4 e 5 del binomio $(a + b)$, posto al confronto di-

quelle dell'altro $(a-b)$, per meglio rilevare il prescritto nelle precedenti regole. Esse saranno

1ª	$a+b$	$a-b$
2ª	$a^2+2ab+b^2$	$a^2-2ab+b^2$
3ª	$a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$	$a^3-2a^2b+3ab^2-b^3$
4ª	$a^4+4a^3b+ba^2b^2+4ab^3+b^4$	$a^4-4a^3b+ba^2b^2-4ab^3+b^4$
5ª	$a^5+5a^4b+10a^3b^2+10a^2b^3+5ab^4+b^5$	$a^5-5a^4b+10a^3b^2-10a^2b^3+5ab^4-b^5$

724. Ora considerando generalmente una potenza di grado m, quando si voglia elevare il binomio alla potenza 4, per esempio, si potrà rappresentare il 3 per $m-1$, il 2 per $m-2$, l'1 per $m-3$. Quindi la formola generale per m, suscettibile di qualunque valore (ed è appunto la celebre formola del NEWTON) atta a rappresentare lo sviluppo di qualsisia potenza *emmesima* del binomio, sarà:

$$(a \pm b)^m = a^m \pm ma^{m-1}b + \frac{m(m-1)}{2}a^{m-2}b^2 \pm \frac{m(m-1)(m-2)}{2\,.\,3}a^{m-3}b^3$$

$$+ \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{2\,.\,3\,.\,4}a^{m-4}b^4 \pm \frac{m(m-1)(m-2)(m-3)(m-4)}{2\,.\,3\,.\,4\,.\,5}a^{m-5}b^5 \text{ ec.}$$

e generalmente l'ultimo termine avrà questa forma

$$\pm \frac{m(m-1)(m-2)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(m-(m-1))}{2\,.\,3\,.\;.\;.\;.\;.\;.\;m}b^m.$$

725. Se invece d'un *binomio* si avesse un *polinomio*, la formola servirebbe egualmente.

Suppongasi di cercare la potenza di $(a+b+c)^2$ faremo $p=b+c$, quindi sarà $(a+b+c)^2 = a^2+2ap+p^2 = a^2+2a(b+c)+(b+c)^2$ ed eseguendo le moltipliche $a^2+2ab+2ac+b^2+2bc+c^2$.

Da cui ricaviamo che il quadrato del trinomio ha sei termini, cioè *i tre quadrati dei tre termini del trinomio, e i tre doppi prodotti dei medesimi termini presi due a due.*

726. **Potenze di 3° grado o cubiche.** Ora dovendo occuparci delle potenze di 3° grado, la formola ci darà per un binomio $x+y$, ovvero pel binomio $x-y$, da

$$(a+b)^m = a^m \pm m\,a^{m-1}b + \frac{m(m-1)}{2}a^{m-2}b^2 \pm \frac{m(m-1)(m-2)}{2\,.\,3}a^{m-3}b^3,$$

$$(x \pm y)^3 = x^3 \pm 3\,x^{3-1}\,y + \frac{3(3-1)}{2}x^{3-2}\,y^2 \pm \frac{3(3-1)(3-2)}{2\,.\,3}x^{3-3}\,y^3$$

e riducendo questi numeri, e applicando i segni per ogni binomio, avremo

$$(x+y)^3 = x^3+3\,x^2\,y+3\,x\,y^2+y^3$$
$$(x-y)^3 = x^3-3\,x^2\,y+3\,x\,y^2-y^3$$

727. Dunque la terza potenza di un binomio contiene quattro termini: *i due cubi o terze potenze delle due parti del binomio, il triplo prodotto del quadrato della prima parte moltiplicato per la seconda, ed il triplo del prodotto del quadrato della seconda, moltiplicato per la prima.*

728. **Esempio numerico.** Quando io dovessi trovare il cubo del numero 150, e mi piacesse di dividerlo in due, come, per esempio, 80 + 70, dovrei così comporlo:

1.	potenza terza di 80	=	512000
2.	triplo prodotto del quadrato di 80 per 70 .	=	1344000
3.	triplo prodotto del quadrato di 70 per 80 .	=	1176000
4.	potenza terza di 70	=	343000
infatti	150 × 150 × 150	=	3375000.

729. Se invece di dividere il 150 in due numeri diseguali, si fosse partito ne' due eguali 75 + 75, sarebbero stati i termini ridotti a due soli, cioè al doppio del cubo del primo termine. e al sestuplo del cubo stesso.

730. **Radici cubiche.** Siccome la formola del Newton è vera anche per le potenze fratte, così serve anche per le radici, le quali sono in sostanza potenze frazionarie (§ 678). Non dà però il valore che per approssimazione, giacchè quando l'esponente è una frazione, essa è composta d'infinito numero di termini.

Generalmente sarà da considerare $\frac{m}{n}$ l'esponente atto ad indicare una radice di grado qualsisia.

Sostituendo questo valore ad m in quella formola (§ 724), essa diviene

$$(a \pm b)^{\frac{m}{n}} = a^{\frac{m}{n}} \pm \frac{m}{n} a^{\frac{m-n}{n}} b + \frac{m(m-n)}{n \cdot 2n} a^{\frac{m-2n}{n}} b^2$$

$$\pm \frac{m(m-n)(m-2n)}{n \cdot 2n \cdot 3n} a^{\frac{m-3n}{n}} b^3 + \frac{m(m-n)(m-2n)(m-3n)}{n \cdot 2n \cdot 3n \cdot 4n} a^{\frac{m-4n}{n}} b^4 \text{ ec.}$$

Cercando noi la radice cuba, sarebbe $\frac{m}{n} = \frac{1}{3}$, e se fosse da estrarre dalla espressione $\sqrt[3]{(1 \pm x^3)}$ ponendo $1 = a$, $x^3 = b$, si avrà

$$(1 \pm x^3)^{\frac{1}{3}} = 1 \pm \frac{x^3}{3} - \frac{2}{3} \cdot \frac{x^6}{6} \pm \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 6} \cdot \frac{x^9}{9} - \frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{3 \cdot 6 \cdot 9} \cdot \frac{x^{12}}{12} \pm \quad \text{ecc.}$$

cioè una serie di cui è manifesta la legge, perchè i numeri che formano i coefficienti e gli esponenti vanno sempre crescendo di 3.

731. Per la ragione che la potenza cubica, o di terzo grado, d'un binomio, contiene quattro termini, quali sono dichiarati al § 727, se debbasi estrarre la radice cuba di

$$a^3 + 6\,a^2 + 12\,a\,b^2 + 8\,b^3$$

dovrà contenere essa due termini. Primo de' quali sarà la radice cubica di a^3, cioè a che scrivo e formatone il cubo sottraggo da a^3. Il

resto, cioè gli altri tre termini dovranno contenere il triplo prodotto del quadrato del primo termine a già trovato, pel secondo termine che cerco. Elevato a al quadrato, sarà a^2, che triplicato è $3a^2$: ne divido il resto, dicendo $\frac{6a^2b}{3a^2} = 2b$. Se però $+2b$ dee essere il secondo termine della radice, il suo prodotto per $3a^2$, più il prodotto del suo quadrato per $3a$, sommati col suo cubo deono eguagliare il resto della quantità, lo che appunto si verifica: dunque $a + 2b$ è la ricercata radice cuba.

732. Ma più spesso occorreranno in problemi d'economia campestre quantità reali numeriche, da cui sia d'uopo ricavare la radice cubica.

733. Volendo trovare la radice cubica d'un numero, è d'uopo conoscere i cubi delle cifre semplici: onde

Radici cubiche	1,	2,	3,	4,	5.	6,	7,	8,	9.
Cubi	1,	8,	27,	64,	125,	216,	343,	512,	729.

Da ciò si comprende che, per la ragione detta sui quadrati, occorre dividere il dato cubo in membri di tre cifre, e procedere, come sarà meglio chiarito, sciogliendo il problema seguente.

734. **Problema** XLVII. Per esempio, voglio *sapere di che lunghezza sono i lati di un cubo perfetto di terra, il quale contenesse* 74088 *metri cubici.*

735. Occorre prima dividere il numero in membri di tre cifre, cominciando a destra. Questo 74088, non potendo dividersi così, che in due sole parti, indica che la radice avrà solo due cifre:

1° Comincio dall'osservare che la più prossima radice del 74, cioè del primo membro, è il 4, e lo scrivo in radice. Ne faccio il cubo, ch'è 64, e lo scrivo con contrario segno sotto quel primo membro, per sottrarlo dal medesimo.

2° Ottenuto il resto 10, vi unisco la prima cifra del secondo membro, e ne traggo 100 che divido per 48, numero esprimente il triplo del 16, quadrato di 4. Il quoziente è 2, che scrivo in radice solo quando ho verificato che, moltiplicato per esso il prodotto 48, si possa sottrarre da 100. Di poi avutone quindi il 96, lo scrivo e sottraggo da 100, come ho fatto pel 64.

3° Scritto il resto 4 e calatavi appresso la cifra 8, seconda del secondo membro, debbo sottrarre da questo 48, il triplo prodotto del quadrato del quoziente 2, per la prima cifra 4 della radice, cioè tre volte 4 moltiplicato per 4, lo che forma appunto 48. Scrivo questo numero nel medesimo modo dei precedenti.

4° Non avendo resto che 0, abbasso l'ultima cifra 8, e poichè il cubo del quoziente 2 su trovato, si può sottrarre da 8, lo scrivo in radice di

cui sarà la seconda cifra, ed eseguita la sottrazione, non ho più alcun resto: onde si prova essere il 42 la radice cubica esatta del dato numero.

```
Operazione     Radice  | 42
                       74088
                     — 64
        48/            100
                     — 96
                         48
                     — 48
                          8
                        — 8
                          0
```

736. **Altro esempio.** Sia da trovare la radice cubica del numero 5305472. Ecco l'operazione di per sè abbastanza intendevole.

```
Radice  | 174
          5305472
        — 1
 3/       43
        — 21   = 3 (1² . 7)
          220
        — 147  = 3 (1 . 7²)
           735
           343  = 7³
867/       3924
         — 3468 = 3 (17² . 4)
            4567
       —    816 = 3 (17 . 4²)
            37512
          — 64  = 4³
            37448
```

SEZIONE IIIª.

Art. 1. Progressioni; 2 Frazioni continue; 3 Approssimazioni; 4 Problemi diversi; 5 Calcolo delle probabilità.

737. Dal capitolo precedente si è già rilevato che siano *progressione, aritmetica e geometrica* L'algebra insegna più spediti metodi per giovarsi delle medesime.

[1] Progressioni per differenza o aritmetiche.

738. **Formola della progressione aritmetica.** Per conoscere qualunque termine di una progressione aritmetica si disse bastare la cogni-

zione del primo termine, e della *ragione*. Generalmente se a sia il primo termine e δ la ragione, la serie avrà questa forma

$$a\ ,\ a+\delta\ ,\ a+2\delta\ ,\ a+3\delta\ ,\ a+4\delta\ ,\ \dots\ a+(m-1)\delta$$

ove m rappresenta il numero dei termini, e δ ha per coefficiente il numero dei termini che lo precedono. Dunque l'espressione $a+(m-1)\delta$ ci offrirà il termine qualunque di una data serie. Così se si abbia

$$3\ ,\ 6\ ,\ 9\ ,\ 12\ ,\ 15\ ,\ 18\ ,\ 21\ ,\ 24\ ,\ 27\ ,$$

per conoscere il 10 termine ponendo $a=3$, $m=10$ e la ragione $\delta=3$. la formola sarà

$$a+(m-1)\delta=3+(10-1)3=3+27=30$$

739. **Problema** XLVIII. « *Taluno consegna ad una cassa di deposito lire* 200, *ed ogni anno vi aggiugne* 125 *lire. Quanto avrà depositato al termine di* 15 *anni?*

In questo caso $a=200$, $\delta=125$, ed $m=16$ quindi $a+(m-1)\delta=200+(16-1)125=200+15\times125=200+1875=2075$.

740. **Problema** XLIX. *Debbonsi condurre* 50 *carrettate di ghiaia lungo una strada, in punti distanti sempre* 20 *metri successivi: la ghiaia è in magazzino lungo la strada, lontano* 150 *metri dal primo posto ove dee condursi. Quanta strada dee percorrersi per condurre l'ultima carrettata, e ritornare al magazzino?*

Il *primo* termine della serie, è il viaggio di 150 metri, col carico, ed altrettanti a vuoto; dunque 300 metri. Il *secondo* è il medesimo viaggio accresciuto di 20 metri di viaggio nell'andata, e 20 nel ritorno; dunque 40 metri più del primo. Così accadrà pel *terzo* e via dicendo. Dunque $a=300$, la ragione $\delta=40$; il termine $m=50$, perciò il cercato viaggio x risulterà $x=a+(m-1)\delta=200+(50-1)40=200+49\times40=2160$.

741. Generalmente la indicata formola $x=a+(m-1)\delta$ serve a risolvere 4 problemi diversi, secondochè l'incognita è l' x oppure l' a ovvero m, o il δ.

Suppongansi dati due termini A e B, tra quali voglia inserirsi un numero n di termini, in serie aritmetica: ossia vogliasi fare una progressione per differenza, i cui estremi termini sieno A e B, e contenga n termini tra A e B. Allora l'incognita è la ragione δ; sarà $x=\mathrm{B}$, $a=\mathrm{A}$, ed m sarà eguale ad $n+2$ perchè si vogliono intercalare n termini oltre di due estremi. Quindi

$$x=a+(m-1)\delta \text{ diviene } \mathrm{B}=\mathrm{A}+(n+1)\delta \text{ e } \delta=\frac{B-A}{n+1}$$

cioè per conoscere la *ragione* conviene dividere la differenza dei dati numeri pel numero dei termini da intercalare, più uno. I quali termini da intercalare si otteranno aggiungendo ad A le quantità δ, 2δ, 3δ, ecc.

Ad esempio per intercalare 6 termini tra il 9 e il 13 si avrà

$$\delta=\frac{\mathrm{B}-\mathrm{A}}{n+1}=\frac{13-9}{6+1}=\frac{4}{7}$$

onde la progressione

$$\div 9 \cdot 9\frac{4}{7} \cdot 10\frac{1}{7} \cdot 10\frac{5}{7} \cdot 11\frac{2}{7} \cdot 11\frac{6}{7} \cdot 12\frac{3}{7} \cdot 13$$

742. **La somma di due termini** egualmente distanti dagli estremi in ogni progressione aritmetica eguaglia la somma degli estremi medesimi (§ 270).

Se A e B sieno gli estremi, δ la ragione, T il termine cui precedono n termini, e t quello cui n termini succedono, sarà (§ 741)

$$T = A + n\delta \text{ e } B = t + n\delta.$$

Sottraendo l'equazione seconda dalla prima, membro per membro, se ne ritrae

$$T - B = A - t; \quad \text{dunque} \quad T + t = A + B$$

743. **La somma di tutti i termini** d'una progressione aritmetica s'ottiene *col sommare gli estremi, poi moltiplicare questa somma pel numero dei termini, e prendere la metà del prodotto.*

Se abbiasi la progressione

$$\div a . b . c . d . e . f ...... g . h . k . l . p$$

tanto la sua somma S sarà $= a + b + c$ ecc. come sarà $= p + m + l$ ecc. cioè tanto scrivendo i termini nell'ordine in cui sono, come in ordine inverso. Ora se si dispongono i termini esattamente uno sopra l'altro come segue

$$S = A . b . c . d . e . f \; . \; . \; . \; . \; . \; g \; h \; k . l . p . B$$
$$S = B . p . l . k . h . g \; . \; . \; . \; . \; . \; f . e . d . c . b . A$$

e sommando $\quad (A + B) . (b + p) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (m + b) . (B + A)$

si rileva che i termini posti uno sopra l'altro in queste due somme, sono i precisi termini a eguale distanza dagli estremi. Dunque in vigore della dimostrazione precedente (§ 742) aggiugnendo queste due eguaglianze membro a membro, il secondo dovrà equivalere a tante volte la somma degli estremi, quanti sono i termini. Sia n questo numero di termini, si avrà

$$2\,S = (A + B)\, m \quad \text{donde } S = \frac{(A + B)\, m}{2}.$$

744. **Problema** L. *Un corpo cadendo verticalmente nel vuoto percorre metri* 4,9044 *nel* 1° *minuto secondo, e successivamente metri* 9,8088 *di più in ciascun minuto secondo. Quale altezza avrà percorso al termine di* 10 *secondi?*

Il primo termine A = metri 4,9044, la ragione δ = 9,8088: cercando il termine B ossia lo spazio percorso nel decimo minuto secondo, avremo

$$B = A + (m - 1)\,\delta = 4{,}9044 + (10 - 1) \times 9{,}8088 = 93{,}1836.$$

Posto questo valore di B nell'espressione sopra trovata: sarà

$$S = \frac{(A + B)\, m}{2} = \frac{(4{,}9044 + 93{,}1836)\; 10}{2} = \text{metri } 490{,}44.$$

Ed anche da questo esempio si può conoscere il vantaggio dato dall'algebra che offre così spedito mezzo di calcolare la somma di dieci termini, che sarebbe stato lunghissimo trovare con aritmetiche addizioni.

745. **Problema** LI. Nel problema XLIX *si trovò il viaggio pel* 50mo *deposito di ghiaia: ora si cercherebbe qual è il viaggio totale di tutti i* 50 *depositi.*

Il primo termine si trovò già $A = m$ 300, la ragione $\delta = 40$, l'ultimo termine $B = 2260$. Sarà dunque la totale strada o viaggio

$$S = \frac{(A + B)\,m}{2} = \frac{(300 + 2260)\,50}{2} = \frac{128000}{2} = 64000;$$

se non si fosse conosciuto quell'ultimo termine, la somma si otteneva similmente, perchè si sarebbe derivato dalla formola data al § 738.

746. In generale colle due formole

$$(\S\ 741)\ B = A + (m - 1)\,\delta \ \text{ ed } (\S\ 743)\ S = \frac{(A + B)\,m}{2}$$

si rinvengono i valori della quantità A, B, δ, m, S, purchè se ne conoscano tre.

747. **Problema** LII. *Depositando* 500 *lire nel primo anno, e successivamente* 200 *lire di più ogni anno, quanti anni occorrono per pagare* 7700 *lire?*

Avremo $A = 500$, $\delta = 200$, $S = 7700$: la prima formola darà il valore B che posto nella seconda darà il valore di m.

$$B = A + (m - 1)\,\delta = 200 + (m - 1)\,200 \quad S = 7700$$

$$\text{e} \quad B = \frac{500 + (m - 1)\,200)\,m}{2}$$

onde . . . . $15400 = (1000 + (m - 1)\,200)\,m$

ossia . . . . $15400 = 1000\,m + 200\,m^2 - 200\,m$

che riducesi a . . . . $200\,m^2 + 800\,m - 15400 = 0$

e infine . . . . $m^2 + 4\,m - 77 = 0$

da cui . . . . $m = -2 \pm \sqrt{4 + 77} = -2 \pm \sqrt{81}$

infine . . . . . . $m = -2 + 9$, ed $m = -2 - 9$.

Evidentemente il solo valore positivo di m conviene, cioè occorrono 7 anni.

[2] Progressioni per quoziente o geometriche

748. **Formola della progressione geometrica**. Per esprimere algebricamente in termini generali le progressioni geometriche ossia per quoziente, (di cui s'è già detto al § 273 ecc) quando sia a il primo termine, e q la ragione sarà:

primo	termine	a
2°	id.	aq
3°	id.	aq^2
4°	id.	aq^3
. . .	. . .	. . .
emmesimo		aq^{m-1}

dunque *un termine qualunque è eguale al primo termine, moltiplicato per la*

ragione elevata alla potenza di grado eguale al numero dei termini precedenti. siccome $q^0 = 1$ (§ 643) la detta serie sarà.

[1] $\div\div\ aq^1 : aq : aq^2 : aq^3 : aq^4 : aq^5 : aq^6 : aq^7 : aq^8 \ldots\ldots aq^{m-1}$

e se sia $a = 1$ diverrà

$$\div\div\ q^0 : q^1 : q^2 : q^3 : q^4 : q^5 : q^6 : q^7 \ldots\ldots q^{m-1}$$

d'onde rilevasi che *le potenze successive intere d'una stessa quantità formano una progressione aritmetica.* Questo perciò non accade quando gli esponenti sieno frazionarii; perchè infatti $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ecc. non offrono la progressione aritmetica come esiste tra i numeri interi 1, 2, 3, 4 ecc.

749. *Il prodotto di due termini egualmente lontani dagli estremi, è sempre eguale al prodotto degli estremi medesimi* (§ 277). Nella progressione [1] si ha $aq^0 \times aq^8 = aq^2 \times aq^6$ perchè l'uno e l'altro sono $a \,.\, aq^8$; similmente $aq \times aq^6 = aq^2 \times aq^5$

750. *Il prodotto degli estremi, se il numero dei termini è dispari, è uguale al quadrato del medio.*

Presi q^1 e q^7 per estremi, il medio è q^4; infatti $q^1 \times q^7 = (q^4)^2 = q^8$.

751. Se un termine ultimo ω è rappresentato da aq^{m-1}, ove chiamisi S la somma di tutta la serie, essa sarà per tutti gli antecedenti ad ω espressa da $S - \omega$. E quando vogliasi esprimere la somma di tutti termini conseguenti al primo, sarà $S - a$. Ma in una serie geometrica la somma degli antecedenti sta a quella dei conseguenti come l'antecedente al conseguente. Dunque,

$$\div\div\ S - \omega : S - a :: a : aq$$

d'onde la formola $$S = \frac{\omega q - a}{q - 1}$$

752. Nel § 276 chiamato T il primo termine, R la ragione, n il numero di termini, cioè $T = a$, $R = q$, $m = n$ abbiamo trovato la formola.

$$S = \frac{T \times R^n - T}{R - 1} \quad \text{e diverrebbe} \quad S = \frac{aq^n - a}{q - 1}$$

identica alla $S = \frac{\omega - a}{q - 1}$ perchè $\omega = aq^{m-1}$ dà $\omega q = aq^m$ ossia $\omega = aq^n$ quando $m = n$, come in questo caso.

753. Riepilogando avremo

I. Formola per qualunque termine, $\omega = aq^{n-1}$

II. Formola per la somma espresssa coll'ultimo termine, $S = \frac{\omega q - a}{q - 1}$

III. Formola per la somma espressa pel primo termine, $S = \frac{aq^n - a}{q - 1}$

IV. Formola pel valore del primo termine, $a = \frac{a}{q^{n-1}}$

754. Per qualsisia progressione può occorrere il bisogno di conoscere alcuno degli elementi, direi quasi che la compongono. Essendo rappresentati per a primo termine; ω ultimo termine; q la ragione; n il numero de'termini; s la somma di tutti i termini,
purchè se ne conoscano tre, si ricava sempre uno de' valori incogniti che si cerchi, mediante le formole seguenti analoghe a quelle del § 753.

FORMOLE PER LE

	Progressioni Aritmetiche	Progressioni Geometriche
755. **Dati** $\omega, n, s,$ si ha	$a = \frac{2s}{n} - \omega$	$(s-a)\,a^{\frac{1}{n-1}} = (s-\omega)^{\frac{1}{\omega n-1}}$
756. » $\omega, q, n;$	$a = \omega - q(n-1)$	$a = \frac{\omega}{q^{n-1}}$
757. » $\omega, q, s;$	$a = \frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(\left(\omega + \frac{d}{2}\right)^2 - 2ds\right)}$	$a = \omega q - sq + s$
758. » $q, n, s;$	$a = \frac{5}{n} - \frac{q(n-1)}{2}$	$a = s\left(\frac{q-1}{q^n-1}\right)$
759. **Dati** $a, q, n,$ si ha	$\omega = q + q(n-1)$	$\omega = a\,q^{n-1}$
760. » $a, n, s;$	$\omega = \frac{2s}{n} - a$	$(s-\omega)\,\omega^{\frac{1}{n-1}} = (s-a)\,a^{\frac{1}{n-1}}$
761. » $a, q, s;$	$\omega = -\frac{q}{2} \pm \sqrt{\left(29s + \left(a - \frac{q}{2}\right)^2\right)}$	$\omega = s - \frac{s-a}{q}$
762. » $q, n, s;$	$\omega = \frac{s}{n} + \frac{q(q-1)}{2}$	$\omega = s\,q^{n-1}\left(\frac{q-1}{q^n-1}\right)$

763. **Dati** a, ω, n si ha	$q = \frac{\omega - a}{n - 1}$	$q, = \sqrt[n-1]{\left(\frac{\omega}{a}\right)}$
764. » a, n, s;	$q = \frac{2(s - an)}{n(n-1)}$	$q^n - \frac{s}{a} q + \frac{s}{a} - 1 = 0$
765. » a, ω, s;	$q = \frac{\omega^2 - a^2}{2s - a - \omega}$	$q = \frac{s - a}{s - \omega}$
766. » n, ω, s;	$q = \frac{2(\omega n - s)}{n(n-1)}$	$q^n - \frac{s}{s - \omega} q^{n-1} + \frac{\omega}{s - \omega} = 0$
767. **Dati** a, ω, q, si ha	$n = 1 + \frac{\omega - a}{q}$	$n = 1 + \frac{L\omega - La}{Lq}$
768. » a, ω, s;	$n = \frac{2s}{a + \omega}$	$n = 1 + \frac{L\omega - La}{L(s-a) - L(s-\omega)}$
769. » a, q, s;	$n = \frac{1}{2} - \frac{a}{q} \pm \sqrt{\left(\frac{2s}{q} + \left(\frac{a}{2} - \frac{1}{2}\right)^2\right)}$	$n = \frac{L(sq - s + a) - La}{Lq}$
770. » ω, q, s;	$n = \frac{1}{2} + \frac{\omega}{q} \pm \sqrt{\left(\left(\frac{\omega}{q} + \frac{1}{2}\right)^2 - \frac{2s}{q}\right)}$	$n = \frac{L\omega - L(\omega q - sq + s)}{Lq}$
771. **Dati** a, ω, n, si ha	$s = \frac{n(a + \omega)}{2}$	$s = \frac{\omega^{\frac{n}{n-1}} - a^{\frac{n}{n-1}}}{\omega^{\frac{1}{n-1}} - a^{\frac{1}{n-1}}}$
772. » a, q, n;	$s = n\left(a + \frac{q(n-1)}{2}\right)$	$s = a\left(\frac{q^n - 1}{q - 1}\right)$
773. » a, ω, q;	$s = \left(\frac{\omega + 1}{2}\right)\left(1 + \frac{\omega - a}{q}\right)$	$s = \frac{\omega q - a}{q - 1}$
774. » ω, n, q;	$s = n\left(\omega - \frac{q(n-1)}{2}\right)$	$s = \frac{\omega}{q^{n-1}}\left(\frac{q^n - 1}{q - 1}\right)$

775. **Problema** LIII. Giovano alcune applicazioni del prospetto precedente per meglio rilevarne l'uso e l'utilità. *Se la popolazione di un paese siasi accresciuta in quattro anni da 10000 anime a 14641, con qual progressione è dessa aumentata?*

Porremo $a = 10000$ $\omega = 14641$, $n = 5$ perchè al cominciare dei quattro anni si avea già il termine 10000. Cercando la ragione q nelle formole quando sono noti a, ω, n, troveremo (§ 763)

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{\omega}{a}} \qquad \text{onde} \qquad q = \sqrt[4]{\frac{14641}{10000}} = \frac{11}{10}$$ ed aumento annuo d'un decimo della indicata popolazione.

776. **Problema** LIV. *Spendendo 300 lire nel 1° anno, e quadruplicando in ogni anno la spesa dell'anno precedente, a quanto monta la spesa totale in 5 anni?*

Sarà $a = 300$, $q = 4$, $n = 5$, e cercando tra le formole, al § 772 si ha il valore della somma quando noti a, q ed n,

$$s = a\frac{q^n - 1}{q - 1} \text{ onde } s = 300\frac{4^5 - 1}{4 - 1} = \frac{1023}{3}300 = 102300$$

777. **Problema** LV. *Un maniscalco interrogato sul prezzo d'un cavallo risponde: i ferri del mio cavallo sono assicurati mediante 20 chiodi: datemi 1 centesimo del primo chiodo, 2 del secondo, 4 del terzo, e così sempre raddoppiando e vi darò il cavallo e di più L. 485,75. Quanto ne voleva egli?*

Il ventesimo chiodo importerebbe un numero di centesimi, che sarebbe il 20° termine della progressione il cui primo termine sia 1 e la ragione 2. Avendo $a = 1$, $q = 2$ $n = 20$ dalla formola § 759 ricaveremo

$$\omega = aq^{n-1} \quad \omega = 1 . 2^{19} = 524288 \text{ centesimi}$$

Ora troveremo la somma s espressa per ω, a, e q (§ 773)

cioè $$s = \frac{\omega q - a}{q - 1} = \frac{1048576}{1} = 1048576 \text{ cent. cioè lire } 10485,76$$

da cui detratte le lire 485,76 che il maniscalco restituiva, il prezzo del cavallo ascende a lire 10,000.

Ho seguito in questa soluzione il processo dato dal SONNET, di trovare prima il valore dell'ultimo termine: ma colle riferite formole date dal BRUNACCI si può coi soli dati a, q, ed n dal § 772 avere

$$s = \frac{q^n - 1}{q - 1}a = \frac{2^{20} - 1}{- 1}.1 = \frac{1048576 - 1}{1} - 1 = 1048575$$ che farebbe differenza d'un centesimo di lira.

778. **Problema** LVI. *Sia un filare di 50 giovani gelsi ben coltivati che nel suo quinto anno rendono 10 chilogrammi di foglie, nel sesto 15: si vuol calcolare quando potrà rendere 28 a 30000 chilogrammi, proseguendo nella stessa proporzione d'aumento.*

Avremo $a = 500$ $q = \frac{3}{2}$ $s = 29000$ (medio tra 28 e 30000). Cercando nelle formole del § 767

$$n = 1 + \frac{\text{Log.}\, \omega - \text{Log.}\, a}{\text{Log.}\, q.} = 1 + \frac{\text{Log.}\ 29000 - \text{Log.}\ 500}{\text{Log.}\ \frac{3}{2}}$$

e noi ne troveremo il valore (§ 789) parlando dei Logaritmi, cui appunto ci conduce l'ordine delle materie, dovendone dare alcun cenno analitico, oltre quello aritmetico datone al § 293 e seguenti.

[3] Logaritmi.

779. **Formola de' Logaritmi.** Nell'aritmetica sonosi considerati i Logaritmi siccome termini d'una progressione aritmetica o per differenza, il cui primo termine è zero, e corrispondenti tali termini a quelli d'una progressione geometrica o per quoziente, il cui primo termine è 1. § 294. Questo modo di vedere torna in sostanza come il riguardare i termini della progressione siccome altrettanti esponenti. Chiamando q la ragione geometrica, e d la ragione aritmetica, possiamo esprimerle amendue come segue:

$$\div\!\div\ q^0 : q^1 : q^2 : q^3 : q^4 : q^5 : q^6 \ldots\ldots q^n$$
$$\div\ 0d \,.\, 1d \,.\, 2d \,.\, 3d \,.\, 4d \,.\, 5d \,.\, 6d \ldots\ldots nd$$

e i termini della seconda progressione saranno i logaritmi de' termini corrispondenti della prima. Intanto è agevole riconoscere che gli esponenti della progressione geometrica, non sono che i coefficienti dell'aritmetica.

780. *Quando adunque i numeri sono in progressione geometrica, i loro logaritmi sono in progressione aritmetica e viceversa.*

Infatti si abbia la geometrica

$$\div\!\div\ a ; b ; c ; d ; e ; f : \ldots\ldots$$

se ne ha $b = aq$; $c = bq$; $d = cq$; $e = dq$; $f = eq$ ecc.

Secondo le date regole dei logaritmi, saranno
Log. b = log. a + log. q; log. c = log. b + log. q; log. d = log. c + log. q ecc.
cioè ogni logaritmo supera il precedente della quantità costante. log. q.

Laonde si ha per conseguenza la progressione aritmetica

$$\div\ \text{log.}\ a \,.\, \text{log.}\ b \,.\, \text{log.}\ c \,.\, \text{log.}\ d \,.\,.$$

la cui ragione è log. q .

781. I. Come si è veduto, il *logaritmo d'un prodotto è eguale alla somma dei logaritmi de' suoi fattori.*

Dunque log. $b\,b'\,b'' \ldots\ldots$ = log. b + log. b' + log. b'' ecc.

II. *Il logaritmo del quoziente di due quantità è eguale al logaritmo del dividendo, meno il logaritmo del divisore.*

Quindi $\log. \frac{b}{b'} = \log. b - \log. b'$

III. *Il logaritmo d'una potenza d'un numero, è eguale al logaritmo del numero moltiplicato per la cifra del suo esponente.*

Cioè $\log. b^m = m \log. b$.

IV. *Il logaritmo della radice d'un numero è eguale al logaritmo del numero, diviso per l'indice della radice, ossia moltiplicato per l'esponente frazionario.*

Onde $\log. \sqrt[m]{b} = \frac{\log. b}{m}$ ovvero $\log. b^{\frac{1}{m}} = \frac{1}{m} \log. b$.

782. **Logaritmi negativi e positivi.** I Logaritmi (di cui s'è dato la tavola al § 296) si compongono come fu detto della cifra caratteristica e delle decimali, e sono pei valori maggiori di 1. Si è anzi posto il log. di 1 espresso per 0,000000. Tutti i logaritmi de' numeri maggiori di 1 diconsi *positivi*, e quelli delle quantità minori di 1, diconsi *negativi*. Ma di questi non si danno tavole. In luogo d'impiegare veri logaritmi *negativi*, s'impiegano logaritmi di cui la sola *caratteristica* è *negativa*, ed è facile convertire gli uni negli altri.

Sia il logaritmo interamente negativo $-2,7364508$
esso corrisponde a $-2 - 0,7364508$

Se si aggiungano a quest'espressione le due quantità eguali e contrarie $+1$, e -1 quell'espressione senz'alterarsi di valore, diviene

$$-2 - 1 + 1 - 0,7364508$$

la quale si riduce a $-3 + 0,7364508$ o infine $\overline{3},2635492$.

E si appone quel segno negativo sulla caratteristica per indicare che a lei sola si riferisce, e non alla quantità decimale.

783. Quindi le due regole seguenti:

I. Per *convertire un logaritmo interamente negativo, in un logaritmo colla sola caratteristica negativa*, si aumenta la caratteristica di una unità, si scrive il segno — sulla medesima, e si sottrae ciascuna cifra decimale dal numero 9 procedendo da sinistra a dritta, salvo l'ultima decimale significativa che sottraesi dal 10.

Quindi $-1,7998405$ si esprime con $\overline{2},2001595$
$-0,0467739$ » $\overline{1},9532261$
$-4,8654231$ » $\overline{5},1345769$

Reciprocamente; per *convertire un logaritmo, la cui sola caratteristica è negativa, in logaritmo interamente negativo*, si diminuisce la caratteristica d'una unità, si cambia posto al segno negativo facendolo precedere la nuova caratteristica, e si sottrae ogni cifra decimale da 9 procedendo da sinistra a diritta, salvo l'ultima decimale significativa che sottraesi dal 10.

784. Per compiere le nozioni date nel capitolo precedente, aggiungiamo, che:

Quando sia il logaritmo di	2	espresso da	0, 3010300
il logaritmo di	20	sarà	1, 3010300
»	200	»	2, 3010300
»	2000	»	3, 3010300
»	20000	»	4, 3010300
invece volendosi il logaritmo di	0, 2	sarà	$\bar{1}$, 3010300
»	0, 02	»	$\bar{2}$, 3010300
»	0, 002	»	$\bar{3}$, 3010300
»	0, 0002	»	$\bar{4}$, 3010300

cioè moltiplicando o dividendo un numero intero per una potenza intera di 10, la parte decimale del suo logaritmo non si altera.

785. **Trovare la caratteristica** di qualunque numero. Si ritrae da queste due regole;

1.ª La caratteristica del logaritmo d'un numero intero, ha tante unità quant'è il numero delle cifre, meno una.

2.ª Quella del logaritmo d'una frazione decimale, è negativa ed eguale al numero esprimente l'ordine della prima cifra significativa dopo la virgola.

Quindi se un logaritmo è positivo ed ha la caratteristica eguale ad m unità, il logaritmo è quello d'un numero maggiore di 1, e contenente $m + 1$ cifre nella sua parte intera.

Se un logaritmo ha una caratteristica sola negativa $\bar{m}$, appartiene a una frazione decimale, la cui prima cifra significativa occupa l'emmesimo ordine dopo la virgola.

Se un logaritmo interamente negativo contiene m unità nella sua caratteristica, appartiene a frazione decimale, nella quale sono m zero tra la virgola e la prima cifra significativa.

786. **Da un logaritmo dedurne infiniti altri** è agevolissimo.

Sia per es. $a = \log. 2$ si avrà:

$\text{Log. } 20 = \log. 2 \times 10 = \log. 2 + \log. 10 = a + 1$

» $200 = \log. 2 \times 100 = \log. 2 + \log. 100 = a + 2$

» $4 = \log. 2^2 = 2 \log. 2 = 2a;$

» $40 = \log. 4 \times 10 = \log. 2^2 \times 10 = 2a + 1$

» $8 = \log. 2^3 = 3 \log. 2 = 3a,$

» $800 = \log. 2^3 \times 100 = 3a + 2$

» $50 = \log. \dfrac{100}{2} = 2 - a;$

» $25 = \log. \dfrac{100}{4} = 2 - 2a$ ecc.

787. **Trovare il logaritmo di un numero maggiore del più grande delle tavole,** per es. 546828. Si tolgono tante delle cifre ultime del numero, finchè si trovi compreso tra quei delle tavole.

Supponendo che la tavola arrivi solo sino al numero 10000, converrà togliere il 2, e l'8 e ridurre quel numero a 5468. Alla caratteristica del logaritmo che corrisponde al 5468, si aggiungano due unità e si avrà il logaritmo di 546800, che sarà prossimamente il logaritmo ricercato.

788. **Trovare il numero corrispondente ad un logaritmo maggiore di quei delle tavole.** Si diminuisca la caratteristica di tante unità, sinchè si trovi tra quelle delle tavole. Il numero che corrisponde ai logaritmi delle tavole più prossimo al logaritmo dato, aggiunti ad esso numero tanti zeri quante furono le unità detratte dalla caratteristica, sarà prossimamente il numero ricercato.

Del resto le regole per trovare logaritmi e numeri esatti, si trovano premesse ai libri che contengono le tavole.

789. Ora potremo agevolmente trovare il valore di n del Problema LVI, § 778. Nell'espressione

$$n = 1 + \frac{\log.\ 29000 - \log.\ 500}{\mathrm{Log.}\ \frac{3}{2}}$$

Siccome $\log. \frac{b}{b'} = \log.\ b - \log.\ b'$ (§ 781)

così $\log.\ 29000 - \log.\ 500 = \log.\ \frac{29000}{500}$

onde l'espressione del valor di n riducendo viceversa log. 3|2 a log. 3 — log. 2 diverrà

$n = 1 + \frac{\log.\ 58}{\log.\ 3 - \log.\ 2}$ i quali logaritmi essendo nella ristretta tavola § 296, daranno:

$$n = 1 + \frac{1{,}763428}{0{,}477121 - 0{,}301030} = 1 + \frac{1{,}763428}{0{,}176091} = 1 + 10 + \frac{2518}{176091}$$

cioè tra gli 11 e i 12 anni que' 50 gelsi, proseguendo quell' aumento di fogliame, produrranno dai 28 ai 30000 chilog. di foglia. Infatti la progressione sarebbe questa:

500; 750; 1125; 1687; 2530; 3795:

5692: 8538: 12807: 19210: 28815.

790. Per meglio comprendere come l'algebra si giovi dei logaritmi, è utile accennare alcune delle trasformazioni più usate.

$\mathrm{Log.}\ a\,b = \log.\ a + \log.\ b.$ $\qquad \mathrm{Log.}\ \frac{a}{b} = \log.\ a - \log.\ b$

$\mathrm{Log.}\ a\,b\,c\,d$ ecc. $= \log.\ a + \log.\ b + \log.\ c + \log.\ d$ ecc.

$\mathrm{Log.}\ \frac{a\,b\,c}{d\,e} = \log.\ a + \log.\ b + \log.\ c - \log.\ d - \log.\ e$ ecc.

$\mathrm{Log.}\ a^m = m \log.\ a$ $\qquad \mathrm{Log.}\ a^{-m} = -m \log.\ a$

$$\text{Log. } a^m\ b^n\ c^p = m \log. a + n \log. b + p \log. c$$

$$\text{Log. } \frac{ax^n}{r^z} = \log. a + n \log. x - z \log. r$$

$$\text{Log. } \frac{a\,b + b\,c}{m + n} = \log. b + \log. (a + c) - \log. (m + n)$$

$$\text{Log. } \sqrt{(x^2 + y^2)} = \frac{1}{2} \log. (x^2 + y^2) \text{ ecc.}$$

Per risolvere l'equazione $a^x = b$ si pone $x \log. a = \log. b$ onde $x = \dfrac{\log. a}{\log. b}$

Per risolvere l'equazione $a^x = \dfrac{b^{mx-n}}{c^{qx}}$

si pone $x \log. a = (mx - n) \log. b - qx \log. c$

e quindi si ha il valore di $x = \dfrac{n \log. b}{m \log. b - q \log. c - \log. a}$

Art.° II. Frazioni continue.

791. **Formola.** Quando la espressione di una *frazione* è rappresentata col *numeratore* 1, e con un *denominatore* composto di una parte intera seguita d'una frazione il cui numeratore è pure 1 e il denominatore composto similmente di parte intera seguìta da parte fratta e così successivamente, questa frazione dicesi *continua*. La sua *formola* può essere.

$$x = a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cfrac{1}{d + \cfrac{1}{e + \text{ecc.}}}}}$$

Chiamansi quozienti *incompleti* a, b, c, d ecc. che sono numeri interi non minori di 1, fuori di a che può essere anco zero. Prendendo le sole porzioni $\frac{1}{b}$, $\frac{1}{c}$, $\frac{1}{d}$ ecc. queste diconsi frazioni *integranti*: prendendo i valori successivi

$$a\ ;\ a + \frac{1}{b}\ ;\ a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c}}\ ;\ a + \cfrac{1}{b + \cfrac{1}{c + \cfrac{1}{d}}} \text{ ecc.}$$

diconsi *frazioni ridotte*.

792. Si è recato al § 247 la radice di 18 ingegnosamente espressa dal CATALDI colla frazione periodica seguente

$$\sqrt{18} = 4 + \cfrac{2}{8 + \cfrac{2}{8 \text{ ecc.}}}$$

in questa $a = 4$, e b, c, d ecc. sempre eguali ad 8: le frazioni *integranti* sempre $\frac{2}{8}$, e le *ridotte* sarebbero

$$4\ ;\ 4+\frac{2}{8}\ ;\ 4+\cfrac{2}{8+\cfrac{2}{8}}\ ;\ 4+\cfrac{2}{8+\cfrac{2}{8+\cfrac{2}{8}}}\ \text{ecc.}$$

Prendendo per valore di 18 la seconda *ridotta*, si ha un valore troppo grande, prendendo invece la terza *ridotta* si ha un valore troppo piccolo e così alternativamente.

793. Facilmente dal citato esempio di $\sqrt{18}$ si rileva l'importanza delle frazioni *continue* quando non è dato di esprimere un valore mediante una frazione ordinaria. Ma l'algebra insegna come si possano ottenere le *ridotte* sotto forma di frazioni ordinarie, mediante una legge semplicissima.

Infatti nella formola generale la prima ridotta è

a ossia $\frac{a}{1}$; la seconda $a + \frac{1}{b}$: adunque la seconda è $\frac{ab+1}{b}$. Per formare la terza basterà cambiare nella seconda b in $b + \frac{1}{c}$ lo che darà

$$\frac{a\left(b+\frac{1}{c}\right)+1}{b+\frac{1}{c}} \quad \text{onde} \quad \frac{a(bc+1)+c}{bc+1} \quad \text{ossia} \quad \frac{(ab+1)c+a}{bc+1}.$$

Confrontando quest'ultima espressione, con quella della seconda *ridotta*, si trova che il numeratore della terza è il numeratore della seconda, moltiplicato pel quoziente *incompleto* c e sommato col numeratore della prima. Il denominatore poi è il denominatore della precedente *ridotta*, moltiplicato pel quoziente incompleto c della terza e sommato col denominatore della prima. Ciò dimostrandosi anche per le *ridotte* successive, se ne trae questa legge generale.

794. *Per formare qualunque* RIDOTTA *si moltiplica ciascun termine della* RIDOTTA *precedente, pel* QUOZIENTE INCOMPLETO *che corrisponde alla* RIDOTTA *da formare, ed aggiugnesi al prodotto il termine corrispondente alla* RIDOTTA anteriore alla precedente:

795. OSSERVAZIONE 1ª. I termini delle *ridotte* successive vanno sempre aumentando.

OSSERVAZIONE 2ª. L'ultima *ridotta* rappresenta il valore totale della frazione continua.

OSSERVAZIONE 3ª. I valori delle *ridotte* sono alternativamente maggiori o minori della precedente, quando i quozienti incompleti sono eguali o in regolare progressione tra loro.

796. **Esempio.** Si cerchi il valore d' x risultànte dalla seguente frazione.

$$x = 2 + \cfrac{1}{4 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{5 + \cfrac{1}{2 + \text{ecc.}}}}}$$

Le sue *ridotte* successive sono

I. $\frac{2}{1}$; II. $\frac{9}{4}$; III. $\frac{29}{13}$; IV. $\frac{154}{69}$; V. $\frac{337}{151}$; VI. $\frac{491}{220}$;

797. Confrontando tra loro queste *ridotte*, col moltiplicarle pei denominatori si ha, che le *ridotte*

I. $\frac{2}{1}$ e II. $\frac{9}{4}$ stanno come $\frac{8}{4} : \frac{9}{4}$

II. $\frac{9}{4}$ e III. $\frac{29}{13}$ . . . . $\frac{117}{52} : \frac{116}{52}$

III. $\frac{29}{13}$ e IV. $\frac{154}{69}$ . . . . $\frac{2001}{897} : \frac{2002}{897}$

IV. $\frac{154}{69}$ e V. $\frac{337}{151}$ . . . . $\frac{23254}{10419} : \frac{23253}{10419}$

V. $\frac{337}{151}$ e VI. $\frac{491}{220}$ . . . . $\frac{74140}{33220} : \frac{74141}{33220}$

ed esprimono valori alternativamente maggiori e minori, con differenze però che scemano in progressione rapidissima; onde si trova

$\frac{9}{4}$ ossia la *ridotta* II. $>$ I. di $\frac{1}{4}$ e $>$ III. di $\frac{1}{52}$

$\frac{29}{13}$ ossia » III. $<$ II. di $\frac{1}{52}$ e $<$ IV. di $\frac{1}{897}$

$\frac{154}{69}$ ossia » IV. $>$ III. di $\frac{1}{897}$ e $>$ V. di $\frac{1}{10419}$

$\frac{337}{151}$ ossia » V. $<$ IV. di $\frac{1}{10419}$ e $<$ VI. di $\frac{1}{33220}$

$\frac{491}{220}$ ossia » VI. $>$ V. di $\frac{1}{33220}$ e $>$ VII. di ecc.

798. AVVERTENZE. Ho segnalato espressamente questi risultati perchè si avverta;

1° Che le differenze tra una *ridotta* e l'altra decrescono di tal modo che si può praticamente valersi della terza o quarta *ridotta* come valore assai prossimo al valore completo ed esatto della frazione.

2° Che le differenze stesse non hanno una progressione regolare: le prime tre differenze infatti stanno $:: \frac{46644}{186576} : \frac{3488}{186576} : \frac{208}{186576}$ ecc.

799. OSSERVAZIONI. IV. Il valore della frazione continua è compreso tra due *ridotte* successive qualunque.

V. Ogni *ridotta* raggiugne, sempre più della sua precedente, il valore della frazione.

VI. La differenza tra il valore d'una *ridotta* e quello esatto della frazione, è minore dell'unità divisa pel denominatore della *ridotta* moltiplicato per quello della *ridotta* successiva.

800. **Applicazioni delle frazioni continue.** I. Quando si abbia una frazione i cui termini sono composti di molti numeri, e si voglia sostituire con altra approssimativa a termini più semplici, si riduce in frazione *continua*. Così la frazione

$\frac{4573}{2195}$ si comincia a dividere per 2 e si ha $2+\frac{183}{2195}=2+\frac{1}{\left(\frac{2195}{183}\right)}$

Dividesi 2195 per 183, e si ottiene il secondo quoziente incompleto 11 con frazione, come segue

$\frac{2195}{183}=11+\frac{182}{183}=11+\frac{1}{\left(\frac{183}{182}\right)}$. Dipoi $\frac{183}{182}=1+\frac{1}{182}$ d'onde

si ottiene $\frac{4573}{2195}=2+\cfrac{1}{11+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{182}}}$

Le sue *ridotte* sono $\frac{2}{1}$; $\frac{23}{11}$; $\frac{25}{12}$; $\frac{4573}{2195}$

dove si ha nella *ridotta* $\frac{25}{12}$ un valore che differisce dall'esatto, meno di $\frac{1}{25340}$.

801. **Applicazione** II. Le frazioni decimali, potendo ridursi a forma di frazioni ordinarie, offrono analoga applicazione delle frazioni continue. Si hanno ad esempio per valori del rapporto π della circonferenza al diametro del circolo, le due frazioni decimali

3,1415926 e 3,1415927;

Sviluppandole in frazioni continue, se ne hanno i quozienti incompleti 3, 7, 15, e 1 comuni a tutti e due. E se ne ottengono le *ridotte*

$\frac{3}{1}$; $\frac{22}{7}$; $\frac{333}{106}$; $\frac{355}{113}$

di cui la *seconda* è il rapporto dato da ARCHIMEDE e la *quarta* quello dato dal METIUS.

802. **Applicazione** III. Anche le quantità *irrazionali* ammettono analoghi sviluppi, e così pure l'equazioni *esponenziali*, ed infine può con esse frazioni trovarsi un primo sistema di valori atti a soddisfare ad equazioni di 1° grado a due indeterminate.

Art. III. Approssimazioni.

803. **Distinzioni.** Moltissimi problemi ponno soltanto risolversi per approssimazione. Quindi nasce la doppia questione; 1° Conoscendo il limite dell'errore commesso o differenza, determinare il grado d'approssimazione cui si può pervenire; 2° Inversamente, determinare il grado d'approssimazione cui si ponno ridurre i dati del problema, perchè corrispondano al risultato ottenuto.

L'errore è *assoluto* quando trovasi corrispondere a un decimo, a un centesimo per es. di una nota quantità: è *relativo* quando si riferisce a un decimo, a un centesimo per es. del valore ricercato. Quindi al primo corrisponde un certo grado *d'approssimazione assoluta*; al secondo un certo grado *d'approssimazione relativa.*

804. Ma è d'uopo fare altra distinzione importante: cioè se i dati del problema, sono di già per se stessi *approssimativi*, ovvero essendo esatti essi, o sono insufficienti o non in sufficiente numero, o richiedono tale complicazione di calcolo da non potersene dedurre che valori approssimativi. Ricercando in un problema astronomico la distanza zenitale di una stella, per quanto si facciano i calcoli esattissimamente, il vero dipenderà dalla qualità dello strumento, e dalla sapienza dell' osservatore: onde i dati per trovare quella giusta distanza dipendono da ripetute osservazioni. Queste infatti accusano sempre differenze, comecchè lievi in apparenza, pure di non lieve conseguenza. A tempi degli antichi astronomi, dice il BESSEL, cotali differenze raggiugnevano mezzo grado: di poi ai tempi del TYCO BRAHE limitaronsi a minuti primi di grado, ed oggigiorno forse non oltrepassano il minuto secondo, e ciò malgrado, le singole osservazioni valgono soltanto a procacciare un risultamento approssimativo (1). Rispetto al calcolo, esso non di rado può dare solo approssimazioni, quando richiedesi l'espressione di valori che non si possono rappresentare esattamente, siccome ad esempio l'area d'un circolo ec.

805. **Approssimazioni assolute.** Quando si è trovato un risultamento minore della quantità reale per esempio d'un ventesimo dell'unità, è d'uopo tentare di conseguire un risultamento approssimativo, che superi d'altrettanto circa il valore reale. L'algebra fornisce i mezzi di ridurre sempre più piccoli gli errori assoluti: ma l'esposizione di cotali mezzi richiederebbe troppo estesi sviluppi. Darò solo alcuni problemi ad esempio.

806. **Problema** LVII. *Calcolare* con approssimazione che si scosti dall'esattezza, meno di un centimetro quadrato, *la superficie di un circolo il cui raggio sia* 37 *centimetri.*

---

(1) « Non si parli adunque più di quella vantata assoluta esattezza dei calcoli « astronomici: nulla di meglio essi ci danno, se non dei probabili » BESSEL, *Sulle ragioni delle probabilità.*

Se sia S l'area del circolo, π il rapporto 3,141592 della circonferenza al diametro: si avrà

$$S = \pi \times (0^m, 37)^2 = \pi \times 0^{mq}, 1369.$$

Se si prenda il valore di π con 4 decimali, si otterrà un valore cioè

$$S = 3,1415 \times 0^{mq}, 1369 = 0^{mq},430071$$

invece con 5 decimali sarà $S = 3,14159 \times 0^{mq}, 1369. = 0^{mq}, 430083$.

807. **Approssimazioni relative.** Queste importa conoscere assai più delle assolute, perchè non è così grave l'errore d'un centesimo o millesimo d'unità, quanto sapere se il risultato è in difetto di un centesimo, o d' un millesimo del valor esatto.

Chiamiamo A la quantità che non si può ottenere che approssimativa: e sia e il limite dell'errore *assoluto*. Il rapporto di questo limite col valore della quantità A sia m; cioè il limite dell'errore *relativo* sarà,

$$\frac{e}{A} = m \qquad \text{d'onde} \quad e = mA$$

Rappresenti a il valore approssimativo di A per difetto, cosicchè

$$a < A < a + mA$$

808. Se aggiugneremo ad A una quantità B noi avremo

$$a + B < A + B < a + mA + B$$

la differenza essendo sempre mA, il limite dell'errore diminuisce nel rapporto di A ad $A + B$.

809. Se invece si deve sottrarre B da A si avrà

$$a - B < A - B < a + mA - B$$

e in questo caso il limite dell'errore cresce nel rapporto di A ad $A - B$.

810. Ma se A debba moltiplicarsi per B si avrà

$$aB < AB < aB + mAB$$

e in questo caso il limite dell'errore resta il medesimo.

811. Infine dividendo A per B si avrà

$$\frac{a}{B} < \frac{A}{B} < \frac{a}{B} + \frac{mA}{B}.$$

e in questo caso il limite dell'errore non si altera.

812. Quando poi si dovesse fare il quadrato di A si avrà

$$a^2 < A^2 < a^2 + 2amA + m^2 A^2$$

e il limite dell'errore si raddoppia, come pel cubo si triplica.

813. Se per l'opposito sia da estrarre la radice si avrà

$$\sqrt{a} < \sqrt{A} \sqrt{a + mA}$$

e il limite dell'errore relativo è diviso per 2; e lo sarebbe per 3 nel caso della radice cubica.

814. **Applicazioni.** Se infatti si avesse la quantità 999 invece di 1000 quando si *sommi* 1000 con 2000 sarà $999 + 2000 < 1000 + 2000$, non più nella proporzione di $\frac{1}{1000}$ ma di $\frac{1}{3000}$.

Se invece si debba *sottrarre* 500 da 1000,

sarà $999 - 500 < 1000 - 500$, non di $\frac{1}{1000}$ ma di $\frac{1}{500}$.

Quando si *moltiplichi* 1000 per 100,

sarà $999 \times 100 < 1000 \times 100$, quanto $99900 < 100000$.

ma $99900 : 100000 :: 999 : 1000$ dunque non si altera l'errore.

Quando invece si *divida* 1000 per 100, sarà

$$\frac{999}{100} < \frac{1000}{100}$$; ma si ha pure

$$\frac{999}{100} : \frac{1000}{100} :: 999 : 1000$$

quindi anche colla divisione l'errore non si altera.

Quando perciò siasi ridotta la differenza al minimo possibile, dovendo servirsi del risultato approssimativo per moltipliche o divisioni con altre quantità, si è certi di non accrescere l'errore: se si somma la quantità approssimativa con altra, l'errore diminuisce nella proporzione del rapporto tra la quantità reale rappresentata dall'approssimativa, con l'altra con cui si somma: e l'opposito accade nella divisione. Ma la differenza più grave da tenere a calcolo risulta quando si elevi a potenza la quantità approssimativa perchè l' errore si viene a moltiplicare da un numero eguale a quello dell'esponente. Estraendo invece le radici, esso diminuisce come se fosse moltiplicato per l'esponente frazionario, equivalente al radicale.

815. **Avvertenza.** I. Distingua l'agronomo errore *reale* da errore *proporzionale*. Perciò se dovesse sommare 1000 con 2000, ed avesse trovato 999 in luogo di mille, la somma sarà 2999 che differisce da 3000 dello stesso errore sommato, cioè di 1. Questo è l'errore *reale*; ma l'errore *proporzionale* è come ho detto diminuito.

Nel sottrarre 500 da 999 invece di sottrarlo da 1000, l'errore *reale* è sempre l'unità, perchè 499 è minore di 500, come lo è 999 di mille: ma il *proporzionale* cresce perchè lo sbaglio di 1 rispetto a 500 è metà maggiore che non 1 rispetto a 1000.

Nella moltiplica, l'errore *proporzionale* non si altera ma l'errore *reale* cresce: infatti il 999×1000 cala da 1000000, come il 999 da 1000: ma realmente l'errore in questo ultimo caso è di una unità, e nell'altro diviene di mille unità. Analogo riflesso si faccia per la divisione. Quindi:

Sommando un risultato approssimativo con altra quantità esatta, l'*errore reale non si modifica*, l'errore *proporzionale diminuisce*:

Dividendo l'approssimativo con altra quantità esatta, *l'errore reale non si cambia, il proporzionale aumenta:*

Moltiplicando l'approssimativo per una quantità esatta, *l'errore reale si moltiplica* e il *proporzionale non si altera*;

Dividendo l'approssimativo per una quantità esatta, *l'errore reale* scema perchè da questa diviso, ma il *proporzionale non si altera:*

816. II. Si è poi detto che la differenza di un risultato *approssimativo* col vero, non varia per moltipliche o divisioni: sì bene cresce quando il risultato erroneo si elevi a potenza, e diminuisce quando se n'estragga la radice. Siccome l'elevare a potenza è in sostanza una moltiplica, e l'estrarre la radice una divisione, a chi non riflettesse parrebbe ciò implicare contraddizione. La quale presto è dileguata, ove si consideri che nel primo caso la quantità approssimativa si moltiplica o si divide per una quantità esatta; invece quando si eleva a potenza o se ne estragga la radice, si moltiplica, o si divide per le medesime quantità approssimative, ossia difettose. Infatti moltiplicare 998 per 1000 darà 998000: ma elevare 998 al quadrato significa moltiplicarlo per 998 e mi dà solo 996004. In quel primo caso l'errore 2000 è *proporzionale* all'errore primitivo 2 rispetto a 1000. Nel secondo, l'errore 3996, cresce come errore *reale* e come *proporzionale*, quasi del doppio. Con analogo riflesso sarà agevole rilevare nell'estrazione della radice, la ragione per cui l'errore diminuisce. Se si avesse l'81 per quantità approssimativa in luogo dell'83, la radice di quella è 9 e la radice della quantità esatta sarebbe poco più di 9, 11. Il primo errore è $83 - 1 = 2$ il secondo diviene $9, 11 - 9 = 0, 11$. Dunque;

Elevando a potenza la quantità approssimativa, *cresce l'errore reale* ed il *proporzionale.*

Estraendo radice di quantità approssimativa, *diminuisce l'errore reale* ed il *proporzionale.*

817. **Esempi. I. Misure di lunghezza.** *Se la lunghezza d'un canale siasi rilevata* 899 *metri, e debba essere di* 900, *ove quella si sommi con altri* 9000 *metri, la differenza sarà sempre quel metro che diverrà quasi trascurabile in confronto di* 9899 *metri*, *mentre non lo sarebbe così rispetto a soli* 899 *metri.*

818. II. **Misure di superficie.** Ma se siasi ricavato il valore 9 invece di 10 da una data operazione di calcolo, e poi si volesse sapere l' *area quadrata* corrispondente a quella quantità, si troverebbe un'area $= 9^2$ cioè $9 \times 9 = 81$, espressione minore della vera area che dovrebbe essere $10 \times 10 = 100$, tanto che l' errore d'un metro per la sola lunghezza, diverrebbe di 19. Ora se 10 dava l'errore di 1, quello in proporzione per 100 dovrebbe essere 10, mentre il reale è di 19. Laonde quando si dovesse far il quadrato d'una quantità, conviene avvertire ch'esso cresce circa 20 volte nel complesso del risultato ottenuto. Così supposto che invece di 10 si fosse ricavata per quantità approssimativa 11, facendo il quadrato sarebbe $11 \times 11 = 121$, mentre il reale sarebbe 100 e la differenza di 21.

819. III. **Misure di volume.** Qualora poi si *cerchi il cubo di terra, per esempio, il cui lato sia* 10, e siasi trovato per espressione di questo lato

una quantità approssimativa 9, facendone la terza potenza per avere quel cubo del risultato di $9^3 = 9 \times 9 \times 9 = 729$ riesce di 271 metri minore del valore reale, cioè di $10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$. Che se l'approssimativo fosse 11, il suo cubo $11^3 = 11 \times 11 \times 11 = 1331$ supera il 1000 di 331. E perchè l'errore in più di 331 somma coll'errore in meno di 271, a 602, il cui medio è 301, quindi è manifesto come l'errore cresca non in proporzione ma molto maggiormente cioè circa 30 volte.

820. Consideriamo algebricamente queste differenze. In genere trovato il valor b nel fare la misura a di lunghezza siasi commesso l'errore c, cosicchè a sia eguale a

$$b + c\ ;$$

nel fare la misura di superficie a^2, la quantità b^2 sarà minore di a^2 quanto è

$$2abc + c^2\ ;$$

nel fare il cubo o volume a^3 la quantità b^3 sarebbe minore quant' è

$$3b^2c + 3bc^2 + c^3\ .$$

Infatti se $a = 10$ $b = 9$ sarà $c = 1$, onde l'espressione $b^2 = 9^2 = 81$, manca per eguagliare $a^2 = 100$ di $2.9.1 + 1^2 = 19$: e la $b^3 = 9 \times 9 \times 9 = 729$ manca per eguagliare $a^3 = 1000$ di

$$3 \,.\, 9^2 \,.\, 1 + 3 \,.\, 9 \,.\, 1^2 + 1^3 = 243 + 27 + 1 = 271.$$

Pel ragionamento inverso l'errore di una quantità approssimativa diminuisce in proporzione non solo, ma per metà di questa, quando se ne estragga la radice quadrata e riducesi al terzo per la radice cubica. Lo provano senz'altri esempi quelli stessi sovra esposti. Se suppongasi invece di 100 si abbia per quantità approssimativa anche solo l'81, nella radice l'errore si riduce a 1, mentre era di 19, e così pel cubo da 271 riducesi ad 1 ecc.

821. Per misurare il grado d'approssimazione di un risultato medio è d'uopo riflettere non dipendere il medesimo soltanto dal numero delle quantità riunite, ma dalla maggiore o minore diversità loro. Trovato il valor medio de'particolari valori considerati, si prenda il quadrato di ciascuno di questi valori speciali, e si cerchi il medio di questi quadrati. Chiamiamo A quel primo medio, e B il secondo. Si sottragga da B il quadrato di A, si moltiplichi per 2 il resto ricavato da $B - A^2$ e questo prodotto si divida pel total numero de'valori particolari d'onde i medii si sono ricavati. Estratta la radice dal quoziente, si avrà una quantità per es. g, che serve a misurare il grado d'approssimazione, di guisa che quanto più g è piccolo, tanto più A è prossimo al valore esatto che si cerca.

Per indicare questo calcolo, suppongasi di avere 4000 valori speciali cioè

1000	eguali a	2
2000	eguali	5
1000	eguali	12

La somma di tutti questi valori sarà

$$\begin{array}{r} 1000 \times 2 = 2000 \\ 2000 \times 5 = 10000 \\ 1000 \times 12 = 12000 \\ \hline 24000 \end{array}$$

Diviso questo numero 24000 per 4000 avremo quel medio $A = \frac{24000}{4000} = 6$

Invece, fatti i quadrati di quei valori speciali, ci daranno la somma seguente.

$$1000 \times 2^2 + 2000 \times 5^2 + 1000 \times 12^2$$
$$= 1000 \times 4 + 2000 \times 25 + 1000 \times 144 = 198000$$

che diviso per 4000 darà quel medio de' quadrati cioè $B = \frac{198000}{4000} = 49\ 1/2$

Si è detto di ricercare in appresso il resto di $B - A^2$, cioè di

$$49\ 1/2 - 6^2 = 49\ 1/2 - 36 = 13\ 1/3,$$

Dipoi questo resto moltiplicato per 2 e diviso per 4000, darà

$$\frac{27}{4000} \text{ ossia } \frac{1080}{160000}$$

da cui infine estratta la radice, si ricava 0, 08216, la quale indica circa 82 millesimi per misura del grado d'approssimazione del medio risultato.

Art. IV. Intavolazione dei problemi.

822. Per risolvere con facilità e sicurezza i problemi che possono occorrere nell'esercizio pratico dell'arte agraria e nelle disputazioni di molti argomenti della sua parte teorica, non basta conoscere il meccanismo aritmetico e algebrico, ristrettivamente alle operazioni di calcolo di cui possa essere d'uopo. Come ho detto, è necessario l'esercitarsi su molti e svariati problemi, per apprendere non tanto come debbano risolversi, quando posti in equazione, (locchè dai precedenti principii elementari è a sufficienza dimostrato) quanto l'intavolarli a dovere: perchè non si ponno assegnare tutte le regole speciali alle moltiplici applicazioni. Ho quindi reputato necessario aggiugnere altri *problemi*, a modo d'esempio, facendo rilevare quali equivoci si possano incontrare, e quali cautele si debbano adempiere.

823. Se non che i *problemi* si possono dividere in due grandi categorie: richiedendosi per quelli d'una specie, un risultato certo ed *esatto* che non dee mancare; e per altri d'altra specie, un risultato solamente *possibile* o

come dicesi, più o meno *probabile*. L'intavolare i problemi fondati sovra condizioni *certe*, non presenta che la difficoltà di conoscere tutte ed esattamente cotali condizioni, e tradurle acconciamente in espressioni algebriche. L'intavolare i problemi a risultato puramente *probabile*, richiede avvertenze tutte speciali, come apparirà da quanto indicherò (nell'ART. VI) intorno ai medesimi. Riguardando a quelli che ammettono risultato certo e positivo, gioverà in primo luogo l'esempio di alcuni de' più generali, perchè servono in qualche guisa di norma a quelli di più speciale applicazione. Di poi farò passo ad altri non meno interessanti l'economo rurale, onde il presente articolo si distinguerà come segue:

[1] **Problemi generali**
[2] **Problemi derivanti da proporzioni**
[3] **Problemi d'interessi, e derivanti da progressioni**
[4] **Problemi d'alligazione**
[5] **Problemi di falsa posizione**
[6] **Problemi di doppia falsa posizione**

Le questioni, che tolgo ad esempio in tutti questi problemi sono sempre di applicazione diretta a ricerche agrologiche, o agronomiche.

[1] Problemi generali

824. Qualche volta un problema si può facilmente intavolare; ma la sua risoluzione esige qualche acuta considerazione, senza di cui non si potrebbe acconciamente risolvere, siccome è chiaro dal seguente.

825. **Problema** LVIII. *Dividere un numero qualunque in parti tali che il loro prodotto sia il massimo possibile.*

Sia a il numero dato. Se una delle parti in cui si divida chiamisi x, l' altra parte sarà $a - x$. Dunque il prodotto dell' una per l' altra sarà $x \times (a - x)$, cioè $ax - x^2$ che faremo $= y$.

La condizione perchè x sia reale è che $a^2 - 4y > o$. Trattando questa espressione come se $>$ fosse in luogo di $=$, avremo $a^2 > 4y$ ed $\frac{a^2}{4} > y$; dunque il maximum del prodotto y è $y = \frac{a^2}{4}$ perchè se fosse maggiore, il valore di x non sarebbe reale. Perciò avremo da risolvere $ax - x^2 = \frac{a^2}{4}$;

o cambiando i segni $\quad x^2 - ax = -\frac{a^2}{4}$

e compiendo il quadrato $\quad x^2 - ax + \frac{a^2}{4} = -\frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{4} = o$

onde sarebbe $\quad \sqrt{\left(\times x^2 - ax + \frac{a^2}{4}\right)} = x - \frac{a}{2} = o$, ed $x = \frac{a}{2}$

cioè si dee dividere quel dato numero in parti eguali.

826. **Raziocinio.** Ho detto nel citato problema LVIII; la condizione perchè x sia reale è che $a^2 - 4y > 0$. Ciò derivava dal trovare il va-

lore di x dall'equazione $a x - x^2 = y$ dalla quale si ha $x^2 - a x = -y$ e completando il quadrato

$$x^2 - a x + \frac{a^2}{4} = \frac{a^2}{4} - y = \frac{a^2 - 4 y}{4}$$

onde $\sqrt{\left(x - \frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{a^2 - 4 y}{4}}$ ed $x = \frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a - 4 y}{4}}$

dalla quale si rileva che se $a^2 - 4 y$ fosse quantità negativa, il suo radicale perchè di 2° grado sarebbe immaginario (§ 684).

827. **Problema** LIX. *Dividere una linea ossia un numero in due parti tali che la somma de'loro quadrati sia la minima possibile.* Questo problema può essere di fecondo insegnamento.

Se sia a il numero, x una delle parti, y la somma de' loro quadrati, essendo $a - x$ l'altra parte, dovrà essere

$x^2 + (a - x)^2 = y$ ossia $x^2 + a^2 - 2 a x + x^2 = 2 x^2 - 2 a x + a^2 = y$

La condizione perchè x sia reale è che la somma y dei quadrati di x e di $a - x$ sia maggiore del quadrato di a. Dunque y ha un minimo cioè $y = a^2$ (1).

Ma se pongasi $y = a^2$ avremo $2 x^2 - 2ax + a^2 = a^2$ la quale perchè si verifichi conviene o fare $x = o$ ed allora diviene $a^2 = a^2$ ovvero $x = a$ ed allora si ha $2a^2 - 2a^2 + a^2 = a^2$. Valori nulli, da cui però si deduce che per avere quella divisione tale onde la somma dei quadrati delle parti sia la minima, deve essere $x = 0$, oppure $x = a$ cioè nulla l'una o l'altra parte.

Questo dice il SONNET: ma considerato a dovere il problema, si trova che deve essere $x = a - x$ onde $2 x = a$ ed x eguale alla metà di a per avere la minima somma da $x^2 + (a - x)^2$. Infatti $\frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{4} = \frac{a^2}{2}$.

828. Quante volte poi i calcoli matematici si applicano a' problemi di scienze fisiche senza avere le cognizioni sufficienti, si ricavano risultati estremamente lontani dal vero. Perciò l'uso delle risoluzioni analitiche ha per converso prodotto il vantaggio di rivelare importanti rettificazioni di principii universalmente ammessi, ma che il calcolo ha dimostrato condurre a conseguenze smentite dai fatti. Onde la necessità che l'une e l'altre scienze reciprocamente si giovino.

Nella fisica e nella meccanica agricola è uopo dunque appoggiarsi a risultati dedotti col favore del calcolo analitico. Ne darò qualche esempio.

829. **Problema** LX. *Un peso P si equilibra con un peso Q in una bilancia falsa. Il peso P si pone nell'altra coppa, ed allora per fargli equilibrio occorre un peso R. Si ricerca in qual rapporto sono tra loro le lunghezze delle braccia della bilancia.*

Si chiamino a e b le due lunghezze:

Nella prima prova si ha $P a = Q b$

Nella seconda » $R a = P b$

---

(1) SONNET, Algèbre Élém. Chap. XV, Choix de problèmes. Paris, 1848.

Da queste due equazioni moltiplicando termine per termine, avremo

$$Pa \times R'a = Qb \times Pb$$

o dividendo per P avremo $R'a^2 = Qb^2$

d'onde $a\sqrt{R'} = b\sqrt{Q}$ e quindi $a : b :: \sqrt{Q} : \sqrt{R'}$

cioè le lunghezze delle braccia di bilancia stanno fra loro nella ragione inversa delle radici quadrate dei pesi.

Un calcolatore poco avveduto avrebbe trovato che stanno nella ragione dei pesi. Ponendo P, Q i pesi, ed a e b le lunghezze delle braccia, avrebbe così intavolato il problema

$$aP = bQ$$

dunque $\therefore a : b :: Q : P$

cioè le lunghezze stanno nella ragione inversa dei pesi, mentre coll' intavolare il problema, come si è fatto precedentemente, si è trovato che sono nell'inversa delle radici. Perciò, supposti i pesi uguali a 100 e 144, nell'ultimo caso le aste della bilancia sarebbero 14, 4, e 10

e nel primo caso dovrebbero essere 12 e 10.

830. **Problema** LXI. *Volendo misurare quant'è profondo un pozzo, uno vi lascia cadere una pietra e ne sente il tonfo un numero* t *di secondi dopo, Sapendo che il suono percorre numero* a *metri per secondo, qual' è la profondità del pozzo?*

Si chiami questa x. Il tempo t, è d'uopo ben avvertirlo, è quello impiegato dalla pietra per giugnere al fondo, poi quello impiegato dal suono per arrivare all'orecchio dell'ascoltatore. E questi tempi conviene valutarli diversamente. Perchè il primo ha per valore $\sqrt{\frac{2x}{g}}$ come si rileverà dal problema LXII § 834: il secondo tempo ha per valore $\frac{x}{a}$; il tempo t risulta

perciò $$\frac{x}{a} + \sqrt{\frac{2x}{g}} = t$$

Se si faccia $\sqrt{x} = y$ cioè $y^2 = x$ si avrà

$$\frac{y^2}{a} + y\sqrt{\frac{2}{g}} = t \text{ d'onde } -\sqrt{\frac{a^2}{2g}} \pm \sqrt{\left(\frac{a^2}{2g} + at\right)} = y = \sqrt{x}$$

Il sol valore positivo conviene alla questione. Onde essendo $x = y^2$ si ha

$$x = \left(\sqrt{\frac{a}{2g} + at} - \sqrt{\frac{a^2}{2g}}\right)^2$$

Dando ad a il valore di 340 metri, ed al t quello di 5 secondi, si trova $x =$ metri 107,54 a circa un centimetro d'approssimazione.

831. **Problema** LXII. *Se due corpi cadano dallo stesso punto nel vuoto, con intervallo di tempo* δ *dopo quanto tempo saranno distanti di* m *metri?*

Lo spazio percorso in un dato tempo t dal primo corpo sia S, e quello percorso dal secondo in egual tempo s. Il secondo realmente l'avrà percorso nel tempo $t-\delta$. In forza delle leggi della caduta de' gravi deo essere (come si rileverà nel Cap. VII.)

$$S=\frac{1}{2}g\,t^2 \quad \text{e quindi} \quad s=\frac{1}{2}g\,(t-\delta)^2$$

Dovendo essere per condizione del problema $S-s=m$, sarà

$$m=\frac{1}{2}g\left(t^2-\frac{1}{2}g\,(t-\delta)^n\right)\text{ossia } m=\frac{1}{2}g\,(2\,t\,\delta-\delta^2\,)$$

d'onde

$$t=\frac{m}{g\,\delta}+\frac{\delta}{2}$$

Ora g esprime la forza acceleratrice, e come si vedrà pel citato Cap. VII è $g=$ metri 9, 8088. Quindi se per esempio $\delta=0''$, 1, ed $m=10$ metri, si troverà quel tempo $t=10''$, 24.

[2] Problemi derivanti da proporzioni

832. Perchè meglio si comprendano le avvertenze necessarie nell'intavolare i problemi, ne trascelgo de' più semplici, alcuni noti anche agli aritmetici, onde anco vieppiù si dimostri con quanto vantaggio si possono trattare valendosi del sussidio dell'Algebra.

833. **Regola del tre.** Da quanto n'è detto nel Capitolo antecedente Sezione VII, è a sufficienza sviluppato lo scopo di questa regola. Considerata più generalmente, essa discende dalle proporzioni geometriche, la cui formola è

$$a : aq :: c : cq$$

e la cui proprietà più utile è di avere il prodotto $a\,q\,c$ de' termini medii, eguale al prodotto $a\,c\,q$ degli estremi.

Questa regola è facile, utilissima, e nullameno esige cautele per non abusarne. Una quantità può essere proporzionale ad un'altra per tre ragioni: 1° per la sua morale o fisica natura: 2° per comune convenzione: 3° per nostra ragionevole supposizione. Ritenere le forze proporzionali alle velocità è consentaneo a leggi di natura: ritenere i prezzi delle merci proporzionali alle loro misure, è secondo l'umane consuetudini per alcune, non per altre, quali vendonsi a regola dei quadrati de' pesi come le pietre preziose entro certi limiti: infine, ritenere il lavoro proporzionale al tempo, può in un calcolo supporsi ragionevolmente per alcuni lavori, non per tutti.

834. **Problema** LXIII. *Un pezzo quadrato di prato, largo 6 metri ha prodotto 20 chilog. di fieno: quanti ne produrrà un pezzo egualmente rigoglioso*

largo 10 *metri*. Non avvisando esattamente ai dati del problema, taluno porrà la proporzione

$$6 : 20 :: 10 : x \text{ e ne trarrà } x \frac{20 \times 10}{6}$$

e quindi chilogrammi 33 e un terzo, mentre il prodotto reale deve essere 55, 55: dovendosi porre la proporzione in questo modo

$$6^2 : 20 :: 10^2 : x \text{ ; onde } x = \frac{20 \times 100}{36} = \frac{2000}{36} = 55,\ 55$$

835. **Problema** LXIV. *Un corpo lanciato verticalmente nel vuoto con velocità iniziale* v, *dopo qual tempo sarà pervenuto ad un'altezza* h ?

Trovato che un sasso lanciato in alto verticalmente percorre nel primo secondo di tempo 20 metri d'altezza, quanti ne avrà percorsi dopo 8 secondi? Taluno sciogliendo il problema così all'aritmetica, senza considerare più addentro alle sue condizioni, in fuori del semplice rapporto numerico, ne ricava che il sasso sarà giunto a 160 metri d'altezza mentre invece da circa 3 secondi sarà già ricaduto in terra, dopo avere salito alla sola altezza di metri 33, 66. Ma la soluzione più generale del problema sopra richiesto farà conoscere quante e quali condizioni presenta da calcolare. Chiamato t il tempo ricercato, per le leggi del moto verticale dei corpi nel vuoto deve essere

$$h = v t - \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{da cui} \quad t = \frac{v \pm \sqrt{v^2\ 2gh}}{g}$$

Siccome per condizione di possibilità deve essere $v^2 - 2gh > o$ (§ 684) quindi l' altezza h ha un massimo $h = \frac{v^2}{2g}$. che corrisponde a $t = \frac{v}{g}$

Adempiuta quella condizione di possibilità, si avranno per t due valori ambedue positivi che convengono amendue alla questione. Il più piccolo valore si riferisce all'ascesa del mobile, e il valore maggiore alla sua discesa la quale comincia allorchè il grave è pervenuto al massimo di altezza.

Questi problemi richiedono forse maggiori schiarimenti, i quali dipendono da nozioni che si troveranno al capitolo VII e seguenti. Ivi saranno riassunti: importava però averli accennati in questo luogo per quanto chiarisce il modo di applicare a siffatte questioni, i metodi analitici.

[3] Problemi d'interessi, o derivanti da progressioni.

836. **Interessi composti.** Generalmente chiamando a il capitale, t il tanto per cento, n il numero d'anni, ed i l'interesse, se 100 rende t per anno, darà $n\,t$ al termine di n anni : cioè

$$\text{(I)} \quad \div\ 100 : n\,t :: a : i, \text{ onde } i = \frac{a\,n\,t}{100}$$

Questa formola dà luogo a quattro problemi, secondochè l'incognita è i, a, n, ovvero t. L'*interesse* composto, cioè quando in ciascun anno il capitale s'accresce degli interessi prodotti nell'anno precedente, offre un'altra formola. Sia b il valore di questo capitale, dopo un tal numero d'anni. In quell'anno che gli succede si aumenterà dell'interesse prodotto in questo successivo anno. Ma in forza della formola precedente, l'interesse di b durante un anno sarà

$$\frac{b\,t}{100} : \text{ e perciò il capitale sarà divenuto } b + \frac{b\,t}{100}.$$

Ma $$b + \frac{b\,t}{100} \text{ è lo stesso che } b\left(1 + \frac{t}{100}\right).$$

Quindi i valori d'un capitale a, al termine d'un anno, di due, di tre ecc. formano i termini d'una progressione geometrica, o per quoziente, il cui primo termine è a e la ragione è $1 + \frac{t}{100}$. Il valore di questo capitale al termine di n anni, sarà l'ultimo termine della progressione, il qual termine naturalmente sarà di numero $n + 1$. Siccome per trovare il termine ultimo ω, essendo noto il primo a, la ragione q, ed il numero n, si ha (§ 659) $\omega = a\,q^{n-1}$, sostituendo $1 + \frac{t}{100}$ alla quantità q ed $n + 1$ ad n e chiamando A il termine ultimo o capitale definitivo cogl'interessi composti, sarà

$$\text{(II)} \qquad A = a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$$

837. Valendosi dei logaritmi la formola stessa diviene (§ 790)

$$\text{(III)} \quad \log.\ A = \log.\ a + n\,(\log.\ (100 + t) - 2)$$

Colle precedenti formole (II) e (III) si possono risolvere quattro problemi secondochè sieno incognite A, a, t, o n. Alcune applicazioni faranno conoscere la speditezza procacciata dal servirsi di queste formole, sui metodi puramente aritmetici.

838. **Problema** LXV. *Un capitale di* 600 *lire al* 4 1/2 *per cento, e ad interessi composti, a che somma ascende al termine di* 21 *anni?*

Essendo $a = 600$, $n = 21$, $t = 4,5$ sarà nella formola III

$$\log.\ A = \log.\ 600 + 21\ (\log.\ 104,5 - 2) = 3,1795935$$

cioè il capitale definitivo $A =$ lire 1512,15.

839. **Problema** LXVI. *Si richiede invece con qual somma al* 5 *per* 100 *e ad interessi composti si può formare in* 10 *anni il capitale di lire* 4800?

Son dunque noti $A = 4800$, $n = 10$, $t = 5$ e rimane da conoscere il valore a capitale da investire.

Ma dall'equazione (III) $\log.\ A = \log.\ a + n\ (\log.\ (100 + t) - 2)$ si trae $\log.\ a = \log.\ A - n\ (\log.\ (100 + t) - 2) = \log.\ 4800 - 10\ (\log.\ 105 - 2) = 3,4693482$; quindi il capitale primitivo, da investire è $a =$ lire 2946,78.

840. **Problema** LXVII. *Dopo quanti anni un capitale al* 5 *per* 100 *e ad interessi composti è raddoppiato?*

In questo è n l'incognita, essendo $A = 2a$, e $t = 5$

Dalla stessa equazione (III) si ricava

$$n = \frac{\log. A - \log. a}{\log. (100 + t) - 2}$$

ossia $$n = \frac{\log. 2a - \log. a}{\log. 105 - 2} = \frac{\log. 2 + \log. a - \log. a}{\log. 105 - 2}$$

onde $$n = \frac{\log. 2}{\log. 105 - 2} = \frac{0.3010300}{0,0211893}$$

Se ne trarrebbe $n = 14$ ed una frazione, ma siccome gl'interessi maturano solo a fine d'anno, il richiesto numero d'anni sarà 15.

841. **Problema** LXVIII. *A che frutto deve porsi la somma di lire* 3000 *per avere in* 11 *anni cogl'interessi composti, la somma capitale di L.* 5406,28?

Si ha in t l'incognita, mentre $a = 3000$, $n = 11$, ed $A = 5406,28$.

Dalla formola (III) si ricava $\log. (100 + t) = 2 + \dfrac{\log. A + \overline{\log.} a}{n}$

onde $\log. (100 + t) = 2 + \dfrac{\log. 5406,28 + \overline{\log.} 3000}{11}$ d'onde $100 + t = 105,5$

e $t = 5,5$ cioè al 5 e mezzo per cento.

842. Fin qui abbiamo considerato il caso di un solo capitale primitivo posto ad interessi. Se però ogni anno si aggiunga una somma capitale, allora non si tratta di conoscere il valore dell'ultimo termine della progressione geometrica, ma di calcolarne la somma. *Investendo ciascun anno un capitale* a *al frutto* t *ad interessi composti, quale sarà il complessivo capitale* C *dopo un numero* n *di anni?*

La prima somma a produce $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$.

Un'altra somma a, essendo collocata alla fine del primo anno, produrrà al termine dell'ennesimo anno $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^{n-1}$ perchè la durata del suo investimento risulta un anno di meno.

Così procedendo, altra successiva somma a produrrà $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^{n-2}$, finchè quella depositata nel penultimo anno renderà $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)$

Avremo quindi una progressione geometrica, di cui sarà il primo termine $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)$ e l'ultimo $a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$ e la ragione è evidentemente

$$\left(1 + \frac{t}{100}\right).$$

Cerchiamo la somma s quando è noto il primo termine a, l'ultimo ω, e la ragione q: ed abbiamo (§ 773)

$$s = \frac{\omega q - a}{q - 1} \text{ e ponendovi } a = a\left(1 + \frac{t}{100}\right), \omega = a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n$$

$$q = \left(1 + \frac{t}{100}\right)$$

$$\text{sarà (IV) } C = s = \frac{a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n\left(1 + \frac{t}{100}\right) - a\left(1 + \frac{t}{100}\right)}{\left(1 + \frac{t}{100}\right) - 1}$$

$$\text{ossia} \ldots\ C = \frac{a\,(100 + t)}{t}\left[\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n - 1\right]$$

843. Terminerò con alcuni problemi la cui risoluzione soltanto indicata, potrà ricavarsi agevolmente. Io so bene che al leggitore appariranno alquanto diffuse, e per avventura soverchie queste nozioni. Ma se non gli paia troppo increscevole il porvi sofferente attenzione, in tutto il corso dell'opera ne vedrà le applicazioni assai fruttuose.

844. **Problema** LXIX. *Collocando lire 200 al 4 1/2 per cento e ad interessi composti, qual sarà il capitale dopo 20 anni?*

Avremo $a = 200$, $t = 4, 5$, $n = 20$.

$$\text{Dunque } C = \frac{200\,(100 + 4,5)}{4,5}\left[\left(1 + \frac{4,5}{100}\right)^{20} - 1\right] = \text{lire } 6511,49.$$

845. **Problema** LXX. *Qual somma conviene depositare ogni anno al frutto del 5 per 100 e ad interesse composto per ottenere in 10 anni un capitale di lire* 60000*?* In questo caso avendo noti $t = 5$, $n = 10$, e la somma $C = 60000$; cerchiamo il termine a, il quale fatte le debite operazioni sulla formola (IV) è $a =$ lire 4543, 15

846. Le questioni di *ammortizzamento*, come chiamano comunalmente la graduata estinzione di un capitale di debito, sono assai importanti e ben si rileverà dalle applicazioni opportune nel libro IX.

Per liberarsi d'una somma capitale passiva, entro dato periodo d'anni, è d'uopo pagare somme quali diconsi *annualità*. Se alcuno tolga a prestanza una somma A, questa cogl'interessi composti diviene a termine di n anni, e per t di frutto

$$A\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n.$$

e questa è la somma da restituire in tal caso al termine di n anni. Volendo pagarla mediante *annualità*, chiamando a la somma pagata a fine del

primo anno, quegli che la riceve, se la ponga ad egual frutto ed interesse composto, ne ritrarrà al termine degli anni rimanenti, cioè $n - 1$, la somma.

$$a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^{n-1}$$

e per la seconda annualità a potrà conseguire pei restanti anni $n - 2$

$$a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^{n-2}$$

e così procedendo, finchè l'ultima annualità sarà semplicemente eguale ad a. Noi avremo così una progressione la cui ragione $q = \left(1 + \frac{t}{100}\right)$ sarà

$$a, \ aq, \ \ldots\ldots\ldots\ldots \ aq^{n-1}$$

La somma di questa progressione sarà $\frac{a\,q^n - a}{q - 1}$ (§ 753) e ponendo in luogo di q il suo valore

sarà $$\frac{a\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n - a}{\left(1 + \frac{t}{100}\right) - 1} \quad \text{ossia} \quad \frac{100\,a}{t}\left(\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n - 1\right)$$

Perchè il debito sia annullato mediante la somma di queste annualità, deve essere $\frac{100\,a}{t}\left(\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n - 1\right) = A\left(1 + \frac{t}{100}\right)^n.$

847. **Problema** LXXI. *Mediante* 10 *annualità di lire* 500, *quale somma avuta a prestito del* 4 1/2 *per* 100 *e ad interesse composto, può essere rimborsata?*

L'incognita è A, mentre $a = 500$, $n = 10$, $t = 4,5$.

La somma A rimborsata in 10 anni sarà lire 3956,36.

848. **Problema** LXXII. *Una società prende a prestanza* 2 *milioni di lire al* 5 *per* 100, *qual è l'annualità da pagare per* AMMORTIZZARE *quel debito in* 15 *anni?*

L'incognita è a, essendo $A = 2000000$, $n = 15$, $t = 5$

L'importo dell'annualità è lire 112684

849. **Problema** LXXIII. *La somma di* 5000 *lire al* 4 *per* 100, *e ad interessi composti, dopo* 17 *anni quanto produrrà?* (lire 9739, 50.)

850 **Problema** LXXIV. *Le somme che fruttino il*.5, 5 *per* 100 *a interesse composto, in quanti anni raddoppiano?* (in anni 13).

851. **Problema** LXXV. *La popolazione d'uno stato che sia cresciuta di un quarto nello spazio di* 100 *anni, in che ragione cresce ogni anno?* (in ragione d'un individuo ogni 448).

852 **Problema** LXXVI. *La somma di lire 1356, 50 depositate con frutto del 4, 5 per 100, e ad interesse composto, annualmente dall'epoca della nascita d'un bambino, quanto gli produce a 21 anno?* (il capitale di L. 48000).

[4] Problemi d'alligazione

853. **Formola.** Le regole aritmetiche non sono abbastanza generali, nè svelano la natura del problema quanto le formole algebriche.

Siano diverse quantità di differente qualità, suscettive dello stesso metodo di misura, e si vogliano mescolare. Diciamo

$p, q, r, s, \ldots\ldots$ le quantità
$a, b, c, d, \ldots\ldots$ i prezzi rispettivi
Q la quantità, ed m il prezzo della mescolanza.

I prezzi devono essere omogenei, come le misure. Quindi se l'unità di p vale il prezzo a, p varrà ap; così q, r, s... varranno bq, cr, ds...

Facendo astrazione dalle differenze risultanti dalle considerazioni sulle misure (Cap. IV.) la quantità Q sarà la somma $p + q + r + s + \ldots$
e il suo prezzo totale . . . $m\,(p + q + r + s + \ldots)$

Il prezzo totale del composto o miscuglio dovendo eguagliare la somma de'prezzi totali dei componenti, sarà

$$(A)\quad ap, + bq, + cr, + ds, + \ldots \quad = m\,(p + q + r + s + \ldots)$$

854. Dalla quale equazione si trae la soluzione di tutti questi problemi.

I.° Trovare il prezzo m del miscuglio, essendo date le quantità ed i prezzi delle varie sostanze:

si ha da $$m = \frac{ap + bq + cr + \ldots}{p + q + r \ldots\ldots}$$

Problema LXXVII. *Quanto dee vendersi il marco d'una lega composto di 6 marchi d'argento a 48 lire, e 12 marchi a 36 lire, onde non perdere né guadagnare?*

L'incognita è m; avendo $p = 6$, $q = 12$, $a = 48$, $b = 36$, quindi il cercato prezzo è

$$m = \frac{48 \times 6 + 36 \times 12}{6 + 12} = \frac{720}{18} = 40 \text{ lire.}$$

855. II.° Trovare le diverse quantità essendo noti i prezzi parziali e totale.

Il problema è indeterminato perchè le incognite sono in maggior numero delle equazioni di cui si conosce solo la (A), e quindi è capace di moltissime soluzioni. Tra le quali havvene un modo, degno di osservazione.

Siano 2 le quantità da mescolare e l'equazione (A), si ridurrà ad

$$(B)\qquad ap + bq = m\,(p + q)$$

A queste soddisfano i valori $p = \alpha\,(m - b)$ e $q = \alpha\,(a - m)$ qualunque sia α.

Problema LXXVIII. *Si vuol meschiare vino a lire 15 l'ettolitro, con altro a 8 lire per comporne tale miscuglio da vendere a lire 12: quanto si dee prenderne per fatta?*

Si conoscono $a = 15$, $b = 8$, $m = 12$. Se si attribuiscano i valori alle incognite p e q, i valori sovraindicati (B) diverranno:

$$p = \alpha\,(m - b) = \alpha\,(12 - 8) = 4\,\alpha; \quad q = \alpha\,(a - m) = \alpha\,(15 - 12) = 3\,\alpha$$

Abbiamo detto che si può dare ad α il valore che piace: dunque se $\alpha = 1$ sarà $p = 4$, e $q = 3$: cioè 4 ettolitri di vino a 15, e 3 a 8 daranno il fissato prezzo $m = 12$ l'ettolitro: infatti

$$4 \times 15 + 3 \times 8 = 7 \times 12 = 84$$

Se $\alpha = 6$, sarà $p = 4 \times 6 = 24$, e $q = 3 \times 6$, e $24 \times 15 + 18 \times 8 = 504$ come $42 \times 12 = 504$.

Al § 325 si espose il metodo per differenze di prezzo da quello delle quantità da mescolare col prezzo che si vuole ottenere. Ivi si venne a porre la quantità $p = b - m$, e $q = a + m$ perchè in quel caso m era minore di b, e maggiore di a, mentre nella suenunciata formola $m > b$ e $< a$.

Oltracciò la formola insegna che si può moltiplicare quelle differenze per una quantità qualunque costante; cioè quel problema ivi sciolto si può risolvere egualmente con 18, e 30, ovvero con 36, e 60 ecc.

856. III.° Se le quantità da mescolare sieno *tre* l'equazione *(A)* riducesi ad

$$a p + b q + c r = m\,(p + q = r)$$

e soddisferanno i seguenti valori

$$\begin{aligned} p &= + \alpha\,(b - m) + \beta\,(c - m) \\ q &= - \alpha\,(a - m) + \gamma\,(c - m) \\ r &= - \beta\,(a - m) - \gamma\,(b - m) \end{aligned}$$

dove ad α, β, γ si può assegnare un valore ad arbitrio.

857. **Problema** LXXIX. *Sieno da mescolare* 3 *qualità di vini a* 15, 10, *e* 8 *lire l'ettolitro, e se ne voglia vendere il misto a lire* 12.

Perciò $m = 12$, $a = 15$, $b = 10$, $c = 8$. Ed avremo

$$p = -2\,\alpha - 4\,\beta; \quad q = -3\,\alpha - 4\,\gamma; \quad r = -3\,\beta + 2\,\gamma$$

suppongasi $\alpha = -1$ e così $\beta = -1$ e $\gamma = 0$ saranno

$$p = 6, \; q = 3, \; r = 3$$

cioè 6 ettolitri a 15 lire con 3 a lire 10, e 3 a lire 8 daranno 12 ettolitri a 12 lire.

Infatti $6 \times 15 + 3 \times 10 + 3 \times 8 = 90 + 30 + 24 = 144$
come $12 \times 12 = 144$.

858. IV.° Quando le quantità da mescolare sieno *quattro*, all'equazione

$$a p + b q + c r + d s = m\,(p + q + r + s)$$

soddisferanno i valori seguenti:

$$(C) \quad \begin{aligned} p &= \alpha\,(b - m) + \beta\,(c - m) + \delta\,(d - m) \\ q &= - \alpha\,(a - m) + \delta\,(c - m) + \varepsilon\,(d - m) \\ r &= - \beta\,(a - m) - \delta\,(b - m) + \zeta\,(d - m) \\ s &= - \gamma\,(a - m) - \varepsilon\,(b - m) - \zeta\,(c - m) \end{aligned}$$

dando alle α, β, γ, δ, ε, ζ, i valori che piacciono.

Da questi valori generali si comprende, quali dovranno essere per un numero maggiore di componenti il miscuglio. Le arbitrarie α, β, γ, ecc. crescono in numero, oltre quello delle quantità del miscuglio, secondo l'esigenza speciale.

859. V.° Quando si avessero *tutte* le quantità meno *una*, determinate, il problema è determinato. Allora l'equazione *(A)* si riduce alla forma

$$(D)\ (a - m)\, p + (b - m)\, q + (c - m)\, r + (d - m)\, s + \ldots = 0$$

In questa sostituite le quantità cognite, le rimanenti si prendono tutte arbitrarie fuori d'una, come chiarisce il seguente esempio.

860. **Problema** LXXX. *Vogliasi comporre con orzo, segale, e frumento del pane che valga* 8 *soldi il mezzo chilogrammo. Si abbiano* 8 *ett. di frumento da far pane a* 10 *soldi, mentre fatto con segale costerebbe cent.* 38 *e con orzo cent.* 16.

Avremo $a = 50$ cent., $b = 38$ cent., $c = 16$ cent., $m = 40$ cent., $p = 8$

L'equazione (D) diverrà $10 \times 8 - 2\, q - 24\, r = 0$.

Possiamo porre ad arbitrio $q = 4$ e risulterà $r = 3$;

cioè si potranno mescolare li 8 ettolitri di frumento con 4 di segala e 3 di orzo.

861. VI.° Quando sieno come nel II.° caso noti i prezzi totale e parziali, ed oltracciò determinata la quantità totale, si avrà

$$Q = p + q + r + s + \ldots$$

Invece delle regole aritmetiche, si usa dell'equazione *(A)* il cui secondo membro è tutto cognito, si dispone ad arbitrio delle quantità p, q, r ecc. menochè di una, come appalesa l'esempio che segue.

862. **Problema** LXXXI. *Si vogliano comporre* 64 *chilog. di caffè da vendere a* 3 *lire il chilogrammo, facendo un miscuglio di tre sorta di cui la prima vale* 5 *lire, la seconda* 3, 80 *la terza* 2, 50.

Saranno $a = 5$, $b = 3,80$, $c = 2,50$, $m = 3$, e $Q = 64$.

L'equazione *(A)* diviene $5\, p + 3,80\, q + 2,50\, r = 3 \times 64$.

Se pongasi ad arbitrio $p = 14$, e $q = 15$ riuscirà $r = 30$.

Se invece $p = 20$, e $q = 10$ sarà $r = 21,6$ ecc.

[5] Problemi di falsa posizione.

863. Il processo aritmetico dato al § 326, è già per natura algebrico, dipendendo dal risolvere una equazione. Ora è da conoscere una formola piú generale, quale meglio appare dai seguenti esempi.

864. **Problema** LXXXII. *Sia da trovare tal numero che la sua metà, col quarto, e col quinto facciano* 912.

Prendo un numero qualunque per esempio il 40 e ne traggo

$$\frac{40}{2} + \frac{40}{4} + \frac{40}{5} = 38$$

Ben lungi il 38 da pareggiare il 912. Ma perchè due equazioni sono tra loro come le loro parti simili, avendo le due equazioni

$$\frac{40}{2} + \frac{40}{4} + \frac{40}{5} = 38 \text{ e la richiesta del problema } \frac{x}{2} + \frac{x}{4} + \frac{x}{5} = 912,$$

riguardo l'una come somma degli antecedenti d'una serie di termini proporzionali, e l'altra come somma dei conseguenti. Ma cotali somme stanno tra loro come un numero qualunque d'antecedenti, ad egual numero di conseguenti. Dunque

$$\frac{40}{2} + \frac{40}{4} + \frac{40}{5} : \frac{x}{2} + \frac{x}{4} + \frac{x}{5} :: 38 : 912 :: 40 : x$$

onde ritraggo il valore $x = \frac{40 \times 912}{38} = 960$

Infatti $\frac{960}{2} + \frac{960}{4} + \frac{960}{5} = 480 + 240 + 192 = 912.$

865. **Problema** LXXXIII. *Quanto tempo occorre per irrigare un ettaro di prato, derivando nel tempo stesso acqua da quattro luci di chiaviche, supponendo che aperte una alla volta, la prima l'irrighi in* 20 *ore, la seconda in* 30, *la terza in* 50 *e la quarta in* 60*?*

Suppongo di tenerle aperte 10 ore, e la prima chiavica irrigherà in questo tempo $\frac{1}{2}$, la seconda $\frac{1}{3}$, la terza $\frac{1}{5}$, la quarta $\frac{1}{6}$ dell'ettaro. E ne ricavo quest' espressione $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} = \frac{30}{60} + \frac{20}{60} + \frac{12}{60} + \frac{10}{60} = \frac{720}{240} = \frac{6}{5}$.

Perciò sull'esempio precedente § 864 ne traggo

$$\frac{6}{5} : 1 :: 10 : x \text{ ed } x = \frac{50}{6}$$

dunque occorre un sesto di 50 ore: cioè ore 8, 20′ per irrigare l'ettaro di prato, tenendole aperte tutte e quattro.

866. **Problema** LXXXIV. *Tre socii fittaiuoli hanno perduto lire* 2400, *di cui devono farsi carico nei loro conti in proporzione dei capitali. Quello del* 1° *socio è pari alla somma degli altri due*; *e quello del* 2°, *doppio di quello del* 3°. Assegno per ipotesi 3 lire di capitale al terzo socio, onde quello del secondo dovrà essere di 6 lire, e quello del primo di 9 lire, e il capitale in complesso sarà di 18 lire: d'onde (§ 864), se x', x'' ed x''' sieno le individuali quote di perdita,

$$18 : 2400 :: \begin{cases} 3 : x' \text{ ed } x' = 400 \\ 6 : x'' \text{ ed } x'' = 800 \\ 9 : x''' \text{ ed } x''' = 1200 \end{cases}$$

ed infatti $x' + x'' + x''' = 400 + 800 + 1200 = 2400.$

Il qual esempio si poteva anco riferire alla regola di *compagnia*, e chiamando y il capitale del terzo socio, $2\,y$ e $3\,y$ sarebbero stati gli altri due, e $6\,y$ il totale. D'onde poi $6\,y = 2400$, e $y = 400$ avrebbe dato la quota di perdita per ciascun socio. È poi ancora da riflettere che nella esposta soluzione colla falsa posizione, qualunque numero in luogo delle 3 lire avrebbe soddisfatto; ma questo ho prescelto per dimostrare come si possa impiegare numeri semplicissimi quanto gl'indicati.

[6] Problemi di doppia falsa posizione.

867. Anche per questi, al § 329 ho dimostrato il vantaggio di servirsi dell'ingegno algebrico delle equazioni. Ora si consideri il problema più generale.

868. Dati due numeri o posizioni che non adempiano date condizioni per trovare un certo numero, conoscendo gli errori risultanti dalle dette posizioni, rilevare il numero ricercato.

Esprimiamo il numero con x; le condizioni date presentino un'equazione della forma $gx = c$. Le due posizioni siano a e b, ed inoltre m, n i due errori, da prima supposti con diverso segno. Abbiamo quindi l'equazione

$$gx = c \text{ cangiata nelle due: } ga = c + m, \text{ e } gb = c - n$$

che moltiplicate l'una per $+\ n$, e l'altra per $+\ m$, daranno sommate

$$gan + gbm = cn + mn + cm - mn$$

onde

$$gan + gbm = cn + cm; \text{ ma } x = \frac{c}{g},$$

ed essendo

$$c = \frac{gan + gbm}{n + m}, \text{ sarà } \quad x = \frac{c}{g} = \frac{an + bm}{n + m}.$$

Quindi la data regola di moltiplicare la prima posizione a pel secondo errore n e la seconda b pel primo errore m, e se i segni degli errori sono diversi, dividere la somma dei due prodotti, per la somma degli errori.

Se gli errori abbiano segni eguali, sottraendo le due equazioni, invece di sommarle (come si è fatto quando gli errori hanno segni diversi) daranno

$$gan - gbm = cn - cm, \text{ e sarà } x = \frac{c}{g} = \frac{an + bm}{n + m}.$$

che dà ragione dell'altra parte della regola di sottrarre i prodotti, e dividerne la differenza, per la stessa differenza degli errori (§ 329).

869. Ma la regola di falsa posizione vuolsi limitare nei suoi usi a trovare il valore dell'incognita in problemi che non conducano ad equazioni superiori al primo grado: ed inoltre sarebbe fastidiosa quando vi fosse più d'un'incognita da determinare.

Art. V. Permutazioni e combinazioni.

870. **Combinare** diversi obbietti tra loro, è cercare di disporli in tutte le maniere. Cotali obbietti ponno rappresentarsi con lettere o numeri, e in questo aspetto si dicono elementi *combinatorii*.

871. **Termine, prodotto o disposizione** *combinatoria*, è l'espressione composta de'suddetti elementi.

872. **Classe** dicesi la riunione di più composti combinatorii: prima classe se ogni *prodotto* contiene un solo elemento; seconda se ogni prodotto ne ha due: *ennesima classe* quando ogni prodotto ha *n* elementi.

Una *disposizione* è ordinata se gli elementi si succedano secondo l'ordine di grandezza: per esempio l'*a* conta per 1, il *b* per 2, e il *c* per 3 ecc. Così i *prodotti a d e, b f h,* sono ordinati, e dicesi *e* più elevato di rango che l'elemento *d* ecc.

Generalmente tutte le *disposizioni* si riferiscono a due leggi: 1ª le *permutazioni* 2ª le *combinazioni.*

873. **Permutare** è scrivere gli elementi di una *combinazione* in tutti i modi possibili l'uno presso l'altro. Si comincia con uno per uno, indi due a due, tre a tre ecc.

Il numero delle combinazioni di *m* oggetti presi *n* ad *n* si può indicare per $C_{m,n}$: quello delle permutazioni di cui è suscettivo ogni gruppo o *prodotto* di *n* oggetti, per $P_{m,n}$: infine il numero di tutte le *disposizioni* possibili di *m* oggetti *n* ad *n*, per $A_{m,n}$. Quindi la relazione $C_{m,n} \times P_n = A_{m,n}$ onde $C_{m,n} = \frac{A_{m,n}}{P_n}$. Vale a dire, *per ottenere il numero di combinazioni di* m elementi n *ad* n, *si dee dividere il numero delle* disposizioni *possibili di questi* m elementi, *pel numero di* permutazioni *cui può prestarsi un* gruppo *di n elementi.*

874. **Con ripetizione** fannosi le *permutazioni* come segue. Sieno i quattro elementi *a b c e* si avranno le disposizioni.

1ª classe	*a*	*b*	*c*	*d*
2ª classe	*a a*	*a b*	*a c*	*a d*
	b a	*b b*	*b c*	*b d*
	c a	*c b*	*c c*	*c d*
	d a	*d b*	*d c*	*d d*
3ª classe	*a a a*	*a a b*	*a a c*	*a a d*
	a b a	*a b b*	*a b c*	*a b d*
	a c a	*a c b*	*a c c*	*a c d*
	a d a	*a d b*	*a c c*	*a d d*
	b a a	. . .	. . .	. . .
	. . .	. . .	. . .	. . .
	. . .	. . .	. . .	. . .
	d d a	*d d b*	*d d c*	*d d d*

4ª classe	*a a a a*	*a a a b*	*a a a c*	*a a a d*
	a a b a	*a a b b*	*a a b c*	*a a b d*
	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
	d d d a	*d d d b*	*d d d c*	*d d d d*

875. Se invece sieno numeri da combinare, per esempio gli elementi 1, 2, 3, 4, 5, 6, si avrà

1ª classe	1 .	2 .	3 .	4 .	5 .	6 .
2ª classe	11 .	12 .	13 .	14 .	15 .	16 .
	21 .	22 .	23 .	24 .	25 .	26 .
	31 .	32 .	33 .	34 .	35 .	36 .
	41 .	42 .	43 .	44 .	45 .	46 .
	51 .	52 .	53 .	54 .	55 .	56 .
	61 .	62 .	63 .	64 .	65 .	66 .
3ª classe	111 .	112 .	113 .	114 .	115 .	116 .
	. .	. .	. .	. .	. .	. .
	ecc.	ecc.	ecc.	ecc.	ecc.	ecc.

È facile conoscere come si possano descrivere l'altre classi 4ª, 5ª ecc.

876. Altrettanto agevole è ricordare che per un numero n di elementi si avranno nella 1ª classe n combinazioni

2ª . . n^2 »

3ª . . n^3 »

n^{ma} . . n^n »

Dunque la sesta classe di permutazioni (comprese le ripetizioni) di tre elementi *a, b, c,* racchiude 3^6 disposizioni, cioè 724.

Nell'esempio dei 6 numeri, la *prima* classe rappresenta tutti i casi possibili gettando *un* dado con quei sei numeri: la *seconda* quelli che si ponno ottenere con *due* dadi: la *terza* quelli ottenibili con *tre* dadi ecc. Dunque 1 dado può dare numeri 6

2 dadi . . . . $6^2 = 36$ numeri

3 dadi . . . . $6^3 = 216$ numeri

4 dadi . . . . $6^4 = 1296$ numeri.

877. **Problema** LXXXV. *Avendo 8 vitelli a una sola greppia, in quanti modi si possono cambiare di posto?*

Il numero delle permutazioni è il seguente

$$8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 40320.$$

878. Da quello precedente delle lettere, si ha la ragione per cui colle lettere dell'alfabeto si ponno formare tutte le innumerevoli parole che sono nelle lingue in cui si fa uso di quell'alfabeto. Se ne vegga una prova.

879. **Problema** LXXXVI. *In quanti modi si ponno permutare tra loro le 24 lettere dell'alfabeto?*

Il numero sarà composto del prodotto dei numeri dal 24 all'1

$$24 \times 23 \times 22 \times 21 \times 20 \times 19 \ldots\ldots\ 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1$$

e forma l'enorme somma che segue

620. 448. 401. 733. 239. 439. 360. 000.

Cosicchè supponendo che tutti gli uomini della terra scrivessero ciascuno quaranta pagine per giorno, contenenti ognuna 40 permutazioni, non basterebbero più milioni di secoli per scrivere tutte le permutazioni possibili (senza *ripetizioni*) delle 24 lettere dell'alfabeto.

880. Da quanto è detto è pur facile comprendere che avendo un'urna di 6 palle nere, un'altra di 8 bianche, e una terza di 10 rosse, quando le 6 nere sieno notate coi numeri 1 al 6, e le 8 bianche coll' 1 sino all'8, e così le 10 coll' 1 sino al 10, si possono fare 480 combinazioni tra loro; cioè

$$6 \times 8 \times 10 = 480.$$

881. **Permutazioni senza ripetizioni.** Quando si eliminino le disposizioni conformi, allora le classi dei quattro elementi *a, b, c, d*, distinte al § 874 si riducono come segue:

1ª **classe**	*a*,	*b*,	*c*,	*d*,		
2ª **classe**	*ab*	*ac*	*ad*			
	ba	*be*	*cd*			
	ba	*cb*	*cd*			
	da	*db*	*dc*			
3ª **classe**	*abc*	*abd*	*acb*	*acd*	*adb*	*adc*
	bac	*bad*	*bca*	*bcd*	*bda*	*bdc*
	cab	*cad*	*cba*	*cbd*	*cda*	*cdb*
	dab	*dac*	*dba*	*dbc*	*dca*	*dcb*
4ª e ultima **classe**	*abcd*	*abcd*	*ecc.*			

. . . .

. . . .

ma verranno meglio considerate all'Articolo VI che segue.

882. Dall' ultimo indicato problema risulta che *il numero delle permutazioni di* n *oggetti è eguale al prodotto della serie naturale dei numeri da 1 sino ad* n. Sarà dunque generalmente

$$1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \ldots\ldots\ldots \times n.$$

Invece se si voglia conoscere il numero delle combinazioni di 15 oggetti presi per esempio 4 a 4, saranno espresse da una frazione il cui numeratore è composto di 4 fattori, cioè $15 \times 14 \times 13 \times 12$ e il denominatore de' quattro fattori $1 \times 2 \times 3 \times 4$. Più generalmente chiamando m il numero totale degli oggetti, ed n il numero speciale degli oggetti che devono entrare in ciascuna combinazione, si avrà la formola

$$\frac{m\,(m-1)\,(m-2)\;\ldots\ldots\;(m-n+1)}{1 \times 2 \times 3 \times \ldots\ldots \times n} -$$

lo che meglio si rileverà dai seguenti problemi:

883. **Problema** LXXXVII. *In un consiglio composto di 12 membri si vuole istituire, estraendola a sorte, una commissione di 5 membri. In quanti modi potrà essere composta questa commissione?*

In questo caso m è eguale a 12, ed n è eguale a 5; ponendo questi valori nella formola del § 882 avremo

$$\frac{15 \,.\, 14 \,.\, 13 \,.\, 12}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4} = \frac{32760}{24} = 1365.$$

Evidentemente in questo caso s' intendono comprese le *ripetizioni*, soltanto varia il numero d'ordine in cui sono combinati fra loro gli eletti alla commissione. Suppongasi infatti fossero i nominati B, E, F, G, M: possono sortire nell' ordine B, F, E, G, M, ovvero B, E, F, M, G e così via dicendo; per cui si fa luogo a quel numero di combinazioni che a prima giunta sorprenderebbe.

884. **Problema** LXXXVIII. *Sono pronti 12 bovi da tiro, de' quali occorrono 4 per attaccare all'aratro. In quanti modi si potrà servire a tal uopo?*

Sarà $m = 12$, ed $n = 4$, e il numero delle combinazioni

$$\frac{12 \,.\, 11 \,.\, 10 \,.\, 9}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4} = \frac{11880}{24} = 495.$$

885. Se si avessero m oggetti da combinare, prendendone n per ciascuna combinazione, ma si volesse sapere in quante combinazioni non entrerà un numero p di quegli oggetti, allora basta sottrarre questo numero da quel totale m e la formola del § 882 diviene

$$\frac{(m-p)(m-p-1)(m-p-2)\,\ldots\,(m-p-n+1)}{1 \times 2 \times 3 \qquad + n}$$

siccome chiarisce meglio il seguente problema.

886. **Problema** LXXXIX. *Si hanno 12 cavalli di cui 5 si vogliono attaccare ad una vettura; in quanti modi potrà farsi senza che vi entrino tre dei suddetti cavalli?*

Nella formola precedente si ponga $m = 12$, $p = 3$, ed $n = 5$ e diverrà

$$\frac{(12-3)(12-3-1)(12-3-2)(12-3-3)(12-3-5-1}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4 \,.\, 5}$$

ossia
$$\frac{9 \,.\, 8 \,.\, 7 \,.\, 6 \,.\, 5}{1 \,.\, 2 \,.\, 3 \,.\, 4 \,.\, 5} = \frac{15120}{120} = 126.$$

Nell'articolo seguente meglio rimarranno sviluppati questi ed altri utili problemi relativi alle combinazioni.

887. Soltanto per ammaestramento di coloro che sono dediti al vizio del giuoco delle carte, estrema rovina pe' lavoratori ed agenti di campagna, aggiungo il seguente.

888. **Problema** LXL. *Dando ad un giuocatore 12 carte da un mazzo di 32, in quanti modi può accadere ch'esso non abbia nemanco una figura?* Risposta: in 125970 maniere. Cioè può giuocare quest' immenso numero di volte senza vedere una figura. Questo problema che traggo in parte dal SONNET dovrebbe convincere che la somma delle *probabilità* di vincere col giuoco delle carte ne' così detti giuochi d'*azzardo*, o proibiti, è un numero infinitamente piccolo a fronte della *certezza* di perdere.

Art. VI. Calcolo delle probabilità.

[1] Definizioni ed espressioni della certezza e della probabilità.

889. In *certe* e *probabili* si possono dividere le umane cognizioni. Tra le prime, i teoremi delle scienze matematiche, e gli avvenimenti regolari del mondo esteriore. Tra le seconde, i fatti naturali primitivi di cui ignoriamo le cause, e quelli dipendenti dalla fortuna.

Chiamiamo un accidente dice il BESSEL, un *nugolo* che ci tolga la vista del sole, ma così non diciamo all'*eclisse:* perchè di questo sappiamo predire l'anno, il giorno, l'ora, il minuto, e di quello non conosciamo regola invariabile e certa che ne annunci l'apparizione.

Qualunque fatto però non ci sembra *effetto della sorte,* se non perchè disconosciamo, o trascuriamo d'indagarne la vera e natural causa movente. Laonde si tentò di stabilire in teoria un *punto generale di veduta che raccogliesse sotto una sola immagine ogni manifestazione dell'* accidente, *e potesse quindi riferirsi a ciascun caso particolare.* Diciamo opera dell' accidente, se una moneta gettata in aria, ricaduta, presenta l'*effigie* ovvero lo *stemma.* E nondimeno è tutt'altro effetto che dell'accidente, perchè il fato della caduta è scritto nell'atto stesso del getto, benchè noi non sappiamo valutare o regolare così acconciamente questo getto, da prevedere se dovrà offerire piuttosto un caso che l'altro nella sua caduta.

890. GALILEO fu il primo che esprimesse chiaramente il principio dappoi adottato per la stima delle probabilità, prendendo a tipo il fatto multiforme del getto de' dadi (1). Gli oltramontani vollero attribuire l'invenzione del calcolo delle probabilità al PASCAL (2); ma seppe rivendicarla all' immortale GALILEO, il professore Francesco DE FILIPPI, troppo presto rapito alle scienze analitiche e positive (3). Di poi Giacomo e Daniele BERNOUILLI (4) svilupparono la meccanica di questo calcolo (§ 333) tanto infine perfezionata dal LAPLACE.

891. **Certezza.** Nella *certezza,* dice Giuseppe BRAVI, non vi sono gradi, non v'ha più o meno. Alla *certezza,* ch'è tutt' una e semplicissima, perciò incapace d'aumento o diminuzione, e di ogni concetto di *diversità,* non può convenire alcuna distinzione (5). **Certezza,** è l'aspettativa di un evento, o il motivo immanchevole di credere che succeda in un determinato modo.

(1) Opere di GALILEO. Milano, Belloni 1832 vol. 1 pag. 56.

(2) Storia del calcolo delle probabilità del GOURRAUD. 1848.

(3) V. Discorso sulla storia dell'astronomia, con appendice sulle ragioni delle probabilità, stampato in Genova pe'tipi de' Sordo-muti, 1850. In una nota all'appendice, a p. 99, il DE FILIPPI nel ricordare il citato passo del GALILEO rimprovera giustamente il GOURRAUD della colpevole dimenticanza, e di avere qualificato le idee de' matematici italiani del tempo della ristorazione delle scienze *siccome saggi grossolani di analisi al tutto assurde.*

(4) *Ars conjectandi,* 1713.

(5) BRAVI ab. Giuseppe. Teorica e pratica del probabile. Milano, 1827 p. 16.

892. **Probabilità.** Nel § 392 si disse, che intendasi per *gradi di probabilità.* Dal conoscere l'esistenza d' un fatto al non conoscerla, i diversi gradi di *conoscibilità* sono di numero indefinito. Se la moneta sia sospesa mediante filo a un punto fisso del soffitto, è certezza che tagliato il filo dopo aver battuto il suolo, ricadrà volgendo all'insù l'una delle due faccie. Queste due faccie sono due eventi o casi che chiamiamo fortuiti, e riguardiamo siccome egualmente probabili. Il grado di probabilità che riguarda all'*effigie* non si può negare allo *stemma:* ma non vi è altro caso probabile, dovendo o l'uno o l'altro accadere.

Dunque **probabilità** è quell'aspettativa quando un evento può anche accadere in diversa maniera.

[2] Probabilità semplice.

893. **Probabilità semplice.** Se la caduta della moneta dà luogo all'uno de' due eventi, escludendo l'altro, la certezza appare di qualche guisa come ripartita tra i due eventi medesimi, dovendone uno solo accadere. La verità risiede evidentemente nella riunione di tutti e due, o piuttosto nella metà della riunione d'amendue. Quindi il più semplice e natural modo di esprimere la probabilità rispettiva di ciascuno di questi due eventi, sarà quello di notare con una metà, o con un secondo, il loro stato probabile.

894. **Espressione numerica dei gradi di probabilità.** Quando si vuol esprimere una metà di qualsisia cosa o quantità, la frazione $\frac{1}{2}$ è la più convenevole. In essa, per noi, la cifra del *denominatore,* esprimerà il numero totale degli eventi da considerare, e la cifra superiore, cioè al posto del *numeratore*, il numero di quelli che favoriscono la venuta dell'evento. La *certezza*, per la natura sua (§ 870 e 871) non può aver simbolo più convenevole dell'unità, anche perchè sta essa di certa guisa nella somma di tutte le probabilità. Dov'è da intendere non a rigor di termini: perchè i gradi di probabilità, per quantunque moltiplicati si vogliano, nè mai formano *certezza,* nè mai possono matematicamente eguagliarla. Quest'espressione per mezzo dell'unità, vuol significare che la *certezza* si ritrova infallantemente nell'effettuarsi qualcuno degli eventi, considerati uniti insieme. Ad esempio nel caso della moneta la *certezza* sta nell'unione e nell'insieme delle facce, *effigie* e *stemma:* perciocchè l'una o l'altra dee indubbiamente venire per la di lei caduta.

895. Se la lingua numerica si dee impiegare di necessità in questi calcoli, lo si vuol fare però con quelle cautele e modi usati nell'analisi applicata alle scienze, e come si adoprerà per esprimere nelle geometriche le ragioni delle linee, nella meccanica quelle delle forze, nell'astronomia quelle del tempo ecc. La semplicità maggiore non si può ottenere, che esprimendo coll'unità la *certezza,* onde poi ogni grado di probabilità, essendo come un piccolo brano di essa, si pare naturale e giustissimo cotali gradi di probabilità, esprimere con frazioni dell'unità. Per valersi di numeri interi nell'espressione di questi gradi, converrebbe assegnare alla *certezza* un numero sempre vario, e qualsiasi numero arbitrario sarebbe sempre fuori

della natura stessa della *certezza*, la quale, non avendo gradi, nè potendo essere maggiore o minore (§ 891), egregiamente coll'unità si rappresenta.

896. Qualunque somma di *probabilità*, riunite, (§ 891) e qualunque sia il loro grado, non costituiranno mai la *certezza*, benchè vi si possa non definitamente accostare: quindi, sia un grado speciale di probabilità, sia qualunque loro somma, sarà sempre una frazione minore dell'unità, e maggiore di zero, limiti tra cui si comprende ogni valore probabile.

Tra lo zero e l'unità, il numero dell'espressioni frazionarie è infinito. Per accertarsene basta riguardare alla

serie $\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\cdots\cdots$ ecc. all'infinito, oppure

alla serie $\frac{1}{3}+\frac{1}{9}+\frac{1}{27}+\frac{1}{81}+\cdots\cdots$ ecc. all'infinito.

e così alla $\frac{1}{5}+\frac{1}{25}+\frac{1}{125}+\frac{1}{625}+\cdots\cdots$ ecc. pure all'infinito.

Dunque qualunque sia il grado o il numero de' gradi di *probabilità* tra i limiti 0 ed 1, vi sono espressioni numeriche infinite per indicarli.

897. **Regola.** *In ogni serie di eventi egualmente probabili, il grado della rispettiva probabilità è in ragione inversa del numero degli eventi medesimi.*

Dunque per un numero n, la probabilità particolare di ciascuno, sarà esattamente espressa per $\frac{1}{n}$.

Invece della moneta, si getti un *dado* di forma cubica rettangolare. Esso ha sei facce eguali, che supporremo segnate coi numeri 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Cadendo, o gettandolo, potrà riuscire rivolta all'insù la faccia coll' 1, o quella col 2 e via via. Non ponno accadere che sei casi, e quando il *dado* è perfetto, non vi è ragione che favorisca il rivolgersi all'insù d'una qualunque delle facce, più che le altre. Onde il valore probabile è identico per tutte e sei. La *certezza* è però che una tra esse dee rimanere volta all'insù; ed essa non può esprimersi che colla somma di tutti i valori probabili, i quali essendo sei, uniti si ponno rappresentare con

$$\frac{6}{6}=1 \text{ simbolo della verità.}$$

Siccome ogni faccia, per esempio quella che porta il 2, fra sei eventualità che possono accadere, e di cui l'una anzi dee necessariamente accadere, ne ha una sola favorevole (perchè una sola delle facce ha scritto il numero 2) quindi il valor probabile per la faccia che porta il 2, come per ogni altra, sarà espresso giustamente da $\frac{1}{6}$ (1).

Se invece il dado fosse un dodecaedro, cioè un corpo regolare a 12 facce, la probabilità di ognuna delle facce considerate separatamente, sarebbe $\frac{1}{12}$

(1) Si ponga però riflesso a quanto è detto più sotto al § 931.

898. In altri termini noi potremo stabilire per la *probabilità semplice* il seguente generale,

Principio 1° *La probabilità di un evento è eguale ad una frazione, il cui numeratore è formato del numero dei casi favorevoli che lo possono far succedere e il cui denominatore è formato dallo stesso numero dei casi favorevoli aumentato del numero dei casi contrarii.*

Se p è il numero dei casi che possono condurre un evento, e q il numero dei casi che possono non condurlo; il numero totale dei casi è $p + q$ e la probabilità perchè l'evento succeda sarà $\frac{p}{p+q}$; e quella perchè non succeda sarà $\frac{q}{p+q}$.

Se dal succedere un certo evento dipende il guadagno d'una determinata scommessa m, è facile concepire che prima che l'evento succeda, la quantità $\frac{p}{p+q}m$, sarà la porzione della scommessa m che apparterrà a colui il quale attende questo evento con una probabilità $\frac{p}{p+q}$.

Questa quantità $\frac{p}{p+q}m$ si chiama *sorte*: onde se P è la probabilità di un giuocatore di guadagnare una scommessa m, Pm è la *sorte* di quel giuocatore.

[3] Probabilità composta.

899. **Definizione della probabilità composta.** Si è considerata la probabilità semplice degli eventi (1), cioè i soli casi in cui tutti gli eventi si considerano isolati ed egualmente probabili. Ma non di rado le eventualità non sono così isolate ed eguali, ma si compongono, e concorrono in più d'una a formarne come una mista e composta che dicesi *probabilità composta*.

Se in un'urna si contengano sei palle, ognuna potendone indistintamente essere estratta, ha un particolare valor probabile di sortire, espresso da $\frac{1}{6}$. Se tre di esse sieno rosse e tre verdi, le tre rosse presentano tre volte la loro rispettiva probabilità, per formare quella onde sorta una palla rossa; e quest'eventualità componendosi di 3 volte $\frac{1}{6}$ avrà il valore probabile $\frac{3}{6}$, come l'avrà la sortita del color verde. Ecco dunque sei eventi di eguale probabilità, divisi in due aggregati che formano due *probabilità composte*, una favorevole al color rosso e l'altra al verde.

Se invece fossero nell'urna 100 palle, cioè 20 rosse, e 80 verdi, e si cerchi la probabilità di uno dei detti colori, estraendone una a sorte, è chiaro 20 casi sopra 100 favorire l'estrazione del color rosso, e 80 quella del verde. Quindi

---

(1). La parola *evento* si dee intendere non nel senso di avvenimento accaduto, ma di fatto avvenibile.

la probabilità composta favorevole al verde, è quattro volte maggiore di quella favorevole al rosso.

Laonde si dee tener a calcolo, nel valore assoluto della probabilità di un evento, la relazione che ha col valore delle probabilità che lo escludono. Così nel caso esposto le due probabilità sono tra loro come 1 : 4, e i loro valori (§ 898) si esprimeranno con $\frac{20}{100}$ e $\frac{80}{100}$, ovvero $\frac{1}{5}$ e $\frac{4}{5}$.

Se invece l'urna contenga 16 palle di cui 8 bianche, 3 rosse, e 5 verdi, il valore probabile per ciascuno di questi colori, quando una sola palla si estragga, sarà $\frac{8}{16}$, $\frac{3}{16}$ e $\frac{5}{16}$, e il rapporto tra loro : : 8 : 3 : 5.

Nè si confonda il valore assoluto col valore relativo delle probabilità. Ad esempio l'urna contenga palle bianche 30, nere 70
altra urna n'abbia . . . » 15, » 85

Se nella prima si cangiano 30 palle nere in 30 bianche, e nella seconda 15 nere in 15 bianche, diverranno nella prima urna, bianche 60, nere 40
nella seconda, bianche 30, nere 70

Avrò alterato il valore assoluto della probabilità delle palle nere e bianche in ciascun'urna, ma non il relativo delle bianche della prima urna colla seconda, perchè se prima era : : 30 : 15 dopo il cangiamento è divenuto : : 60 : 30, valore identico al primo.

900. **Probabilità composta per connessione.** I valori delle probabilità sono esattamente espressi nei modi accennati, sempreché sia noto il numero totale degli eventi o fortuiti, con dato grado di probabilità. Ma vi è pur da fare il calcolo degli eventi successivi, i quali già preesistono di certa guisa in determinato grado alla venuta loro.

Se due sieno le monete sospese § 894, e cadano simultanee, possono presentare le combinazioni, *effigie-stemma*, *effigie-effigie*, *stemma-stemma*, *stemma-effigie*.

Non essendovi ragione per credere più probabile una di queste combinazioni, che alcuna delle tre altre, il valor probabile di ciascuna avrà l'espressione $\frac{1}{4}$, giacchè l'ultima benchè sembri eguale alla prima, n'è diversa, quanto lo sia dalla seconda o dalla terza.

Consideriamo invece due *dadi*: ogni faccia dell'uno si può combinare con una delle sei facce dell'altro: dunque hannovi 36 eventi possibili (ART. V). Questi, se le facce del primo dado sieno marcate con **a b c d e f**, e quelle del secondo con *a b c d e f* offrono le seguenti combinazioni binarie

a	del primo forma	**a***a*	**a***b*	**a***c*	**a***d*	**a***e*	**a***f*
b	»	**b***a*	**b***b*	**b***c*	**b***d*	**b***e*	**b***f*
c	»	**c***a*	**c***b*	**c***c*	**c***d*	**c***e*	**c***f*
d	»	**d***a*	**d***b*	**d***c*	**d***d*	**d***e*	**d***f*
e	»	**e***a*	**e***b*	**e***c*	**e***d*	**e***e*	**e***f*
f	»	**f***a*	**f***b*	**f***c*	**f***d*	**f***e*	**f***f*

901. Lo stesso accade se da due urne contenenti 6 palle ciascuna, se n'estraggano due per volta, cioè una per ciascun'urna, in sei riprese;

o per meglio dire, se le sei palle di ciascuna siano marcate coi numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6; e 7, 8, 9, 10, 11, 12; estraendone due, esse possono offerire le 36 combinazioni seguenti:

1+7= 8	1+8= 9	1+9=10	1+10=11	1+11=12	1+12=13
2+7= 9	2+8=10	2+9=11	2+10=12	2+11=13	2+12=14
3+7=10	3+8=11	3+9=12	3+10=13	3+11=14	3+12=15
4+7=11	4+8=12	4+9=13	4+10=14	4+11=15	4+12=16
5+7=12	5+8=13	5+9=14	5+10=15	5+11=16	5+12=17
6+7=13	6+8=14	6+9=15	6+10=16	6+11=17	6+12=18

Nè badiamo per ora alle somme, sì alla sola combinazione delle palle tra loro, giacchè, sebbene 13 sia = 13, non sono però, sotto l'attual punto di vista, eguali le combinazioni 6 + 7, 5 + 8, 4 + 9, 3 + 10, 2 + 11, ed 1 + 12.

Quando una delle urne contenesse 6 palle e l'altra 3, potendo le tre combinarsi con ciascuna delle 6, si avrebbero diciotto combinazioni binarie.

902. Riassumendo, la probabilità *composta* è l'aspettativa o probabilità di un evento il quale dipenda da altri eventi egualmente probabili.

Così se sien dieci urne, sette contenenti ciascuna 100 palle rosse, e tre contenenti pure 100 palle ciascuna, ma 60 nere e 40 bianche, la probabilità di estrarre una palla nera è composta; perchè dipende 1° dalla probabilità di scegliere una delle urne in cui si trovano anche le palle nere, 2° dalla probabilità di estrarne non una bianca ma una nera.

Chiamando m quella probabilità di estrarre la nera dalle 3 urne, essendo 10 le urne, e tre sole quelle da cui si può estrarre la palla nera, l'aspettativa di scegliere una di queste urne è $\frac{3}{10}$, ossia non vi sono che tre decimi di speranza di guadagnare la probabilità m. La quale essendo $\frac{60}{100}$, ne segue che la misura della probabilità composta sarà in questo caso

$$\frac{3}{10}m = \frac{3}{10} \cdot \frac{60}{100} \text{ . quindi il}$$

903. **Principio 2°** *Se l'aspettativa di un evento dipende comunque da altri eventi, la probabilità della sua riuscita è eguale al prodotto delle probabilità di ciascuno.* Così la probabilità P che accada uu evento A, il quale non può accadere se non accade anche un evento B la cui probabilità è p, il quale evento B non può del pari accadere se non accade un evento C la cui probabilità è q e così di seguito, si otterrà moltiplicando le probabilità $p\ q\ r$ ecc. semplici fra loro, e sarà $P = p\ q\ r$ ecc.

Generalmente poi se ne traggono le seguenti regole:

904. **Regola** I. La probabilità composta, cioè la probabilità *matematica* di un evento composto, s'ottiene dal prodotto delle probabilità di tutti gli eventi semplici, da cui esso dipende.

905. **Regola** II. Quando l'evento dipende dalla combinazione di due eventi ch'abbiano egual grado di probabilità, si valuta e si esprime la pro-

babilità composta, col *quadrato* del numero esprimente la probabilità dell'evento semplice. Così negli esempi precedenti la probabilità di estrarre una di quelle

combinazioni è $\frac{1}{6} \times \frac{1}{6}$ cioè $\frac{1}{36} = \left(\frac{1}{6}\right)^2$

Infatti sono 36 le combinazioni che possono accadere.

906. **Regola** III. Se l'evento dipende dalla combinazione di tre eventi di eguale valore probabile, la probabilità composta si esprime col *cubo* del numero esprimente la probabilità dell'evento semplice.

In luogo di due dadi o di due urne, avendo tre dadi e tre urne con fave o palle somiglianti ai precitati esempi, la probabilità di estrarre una fra le combinazioni cui danno luogo è

$$\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{216} = \left(\frac{1}{6}\right)^3$$

907. **Regola** IV. Dipendendo un evento dalla combinazione di m eventi di eguale valore probabile espresso da $\frac{p}{n}$, la probabilità composta sarà indicata da $\left(\frac{p}{n}\right)^m$ ovvero $m\left(\text{Log. } p - \text{Log. } n\right)$.

Nel caso di quattro dadi o quattro urne, la probabilità diviene $\frac{1}{1296}$, in quello di 5 diviene $\frac{1}{7776}$.

908. **Esempio.** Volendo stimare i gradi di probabilità della vita, si adoperano le stesse indicazioni. Per esempio si trova in alcune tavole di mortalità che sopra 51956 giovani di 20 anni, il decimo ha cessato di esistere al termine di 7 anni. Dunque in quel paese, e a quell'età, la probabilità di vivere oltre il 27 anni si può esprimere per $\frac{9}{10}$ e per converso la probabilità di morire entro 7 anni sarà $\frac{1}{10}$. Estendendo quest'ultimo calcolo, se ne trae pei giovani di 20 anni questo rapporto.

Probabilità			
$\frac{1}{10}$	di morire	prima dei	7 anni
$\frac{1}{100}$	»	»	8 mesi
$\frac{1}{1000}$	»	»	25 giorni
$\frac{1}{10000}$	»	»	60 ore
$\frac{1}{100000}$	»	»	6 ore
$\frac{1}{1000000}$	»	»	36 minuti.

[4] Formole per gli eventi ignoti.

909. Il problema più interessante è quando non si conoscono nè il numero degli eventi, nè quello de' favorevoli, e solo hannosi dati forniti dall'esperienza.

910. I^a **Formola**. Si cominci dal caso di un evento ripetutosi un numero di volte di seguito: la *probabilità che un evento accaduto un numero* m *di volte senza interruzione, possa riprodursi un'altra volta di seguito, è eguale al numero* m *aumentato dell'unità, e diviso dallo stesso numero aumentato di* 2 *unità*. Quindi la sua formola è $\frac{m+1}{m+2}$.

911. **Problema** XCI. *Essendosi avverato che* 11 *pianeti camminano tutti nel medesimo senso attorno al Sole, qual è la probabilità che un altro pianeta di nuovo scoperto, cammini nello stesso senso di quelli?*
Essendo $m = 11$, avremo

$$\frac{m+1}{m+2} = \frac{11+1}{11+2} = \frac{12}{13},$$ cioè si può scommettere 12 contro 1 che il nuovo pianeta si muoverà nel senso degli altri.

912. **Problema** XCII. *Qual è la probabilità che il Sole domattina ricompaia sull'orizzonte?* Al 1° gennaio 1851 si contano 5855 anni certi, ossia 2.138.538 volte il sole si è alzato (supponendo che la creazione rimonti a soli 4004 anni prima dell'era volgare), dunque avremo

$$\frac{m+1}{m+2} = \frac{2138539}{2138540}$$

cioè si può scommettere 2138539 contro 1 che il sole si alzerà domani.

913. **Problema** XCIII. *Che fiducia merita una persona la quale abbia* 20 *volte successive affermato asserzioni verificate esatte?*
La sua 21^a affermazione è probabilmente vera nel rapporto

$$\frac{m+1}{m+2} = \frac{20+1}{20+2} = \frac{21}{22}$$ onde si può scommettere 21 contro 1 che quell'individuo dirà la verità.

914. II^a **Formola.** Ma qual è la probabilità ch'esista effettivamente la causa, onde si riproducono certi eventi tante volte di seguito? Questa probabilità si esprime con una frazione, il cui denominatore sia il numero 2 moltiplicato per se stesso quante volte di seguito è accaduto l'evento, e per numeratore abbia questo prodotto medesimo meno 1. Dunque la sua formola è

$$\frac{2^{m+1}-1}{2^{m+1}}$$

915. **Problema** XCIV. *Qual è la probabilità ch'esista una maggiore facilità nei pianeti di girare attorno al sole in un senso, più che nel senso contrario?*

La formola $\frac{2^{m+1}-1}{2^{m+1}}$ diverrà $\frac{2^{11+1}-1}{2^{11+1}} = \frac{2^{12}-1}{2^{12}} = \frac{4095}{4096}$.

Ma la probabilità assoluta era $\frac{1}{2}$; dunque si può scommettere 4095 contro 1 che la probabilità dell'evento costantemente osservata è superiore di $\frac{1}{2}$.

Per calcolare la probabilità di una causa onde muove la ricomparsa del Sole sull'orizzonte, desunta dal precedente calcolo (§ 912) e applicato alla presente formola si arriva a tal frazione che accosta siffattamente l'unità, da potersi prendere per la medesima, ossia da confondersi colla certezza.

916. **Problema** XCV. *Siasi ripetuta un'esperienza conseguendo per 4 volte lo stesso risultato. Quali sono le probabilità dell'effetto e della causa?*

La probabilità che una quinta osservazione dia un risultato eguale è $\frac{5}{6}$. Quella che esista una causa che favorisca il ritorno dei risultati ottenuti è $\frac{31}{32}$. Stanno poi tra loro :: $\frac{75}{96} : \frac{93}{96}$.

917. Sieno da considerare due specie d'eventi, accaduti successivamente ciascuno un dato numero di volte.

La probabilità che uno di quegli eventi si riproduca anche una volta, è una frazione che ha per numeratore il numero m di volte che l'evento accaduto fu osservato $+ 1$, e per denominatore quel numero n di osservazioni più 2. Onde la formola è $\frac{m+1}{n+2}$.

918. **Problema** XCVI. *Data un'urna da cui in* 20 *estrazioni siensi cavate* 17 *palle* bianche *e* 3 nere, *qual è la probabilità di ricavare nella* 21ma *estrazione una palla bianca?*

Basta dividere il numero $17 + 1$, ossia 18, pel numero $20 + 2$, ossia per 22, e la probabilità d'estrarre la palla bianca sarà $\frac{18}{22}$ come si ricavava da $\frac{m+1}{n+2}$ essendo $m = 17$ ed $n = 20$.

Se si fosse cercato quello della palla nera, sarebbe $3 + 1$, ossia 4 diviso per $20 + 2$, cioè per 22, e la sua speciale probabilità sarebbe espressa per $\frac{4}{22}$.

Se si sommano queste due probabilità $\frac{18}{22}$ e $\frac{4}{22}$ si avrà $\frac{22}{22}$; cioè la certezza, la quale si avvera appunto quando l'urna contenga palle di un solo colore.

919. **Problema** XCVII. *Sopra* 116 *comete calcolate, sole* 23 *hanno una distanza perielia maggiore di quella della Terra dal Sole, cioè non si accostano al Sole più della Terra.*

Quale è la probabilità che una nuova cometa si tenga a non minore distanza?

La sua formola $\frac{m+1}{n+2}$ sarà $\frac{23+1}{116+2} = \frac{24}{118}$; mentre per la probabilità contraria, essendo $m = 93$, ed $n = 116$ la formola diviene

$\frac{m+1}{n+2}=\frac{93+1}{116+2}=\frac{94}{118}$; cioè si può scommettere allo incirca 4 contro 1 che la cometa avrà una distanza perielia minore di quella della Terra dal Sole, perchè 24 : 94 sta prossimamente :: 1 : 4.

920. III^a **Formola.** Cercando la probabilità che un evento accaduto m volte di seguito, si riproduca ancora n volte, si trova espressa da una frazione che ha per numeratore il numero m delle osservazioni fatte, più 1, e per denominatore lo stesso numero m aumentato dell'unità, e del numero di volte che si dee riprodurre. Onde la sua formola è

$$\frac{m+1}{m+1+n}$$

921. **Problema** XCVIII. *Qual è la probabilità, che scoprendosi tre pianeti, si muoveranno tutti nel senso degli 11 noti?* In questo caso, diverso dal § 911, la formola $\frac{m+1}{m+1+n}$ essendo $m=11$, ed $n=3$

diviene $$\frac{11+1}{11+1+3}=\frac{12}{15}\text{ cioè }\frac{4}{5}.$$

Se i pianeti invece siano 14 la formola, essendo $m=14$ ed $n=3$, diviene

$$\frac{14+1}{14+1+3}=\frac{15}{18}\text{ ossia }\frac{5}{6}.$$

922. Perciò la probabilità decresce a misura che aumenta il numero delle volte in cui il fatto dee riprodursi.

923. Quando si trattasse di determinare diverse probabilità composte, i calcoli sarebbero assai più complicati. Ma i risultati sarebbero prossimamente gli stessi che ottengonsi considerando i casi favorevoli ed i contrari come esistenti fra loro numericamente nello stesso rapporto delle osservazioni fatte.

Esempio. Si è trovato $\frac{24}{118}$ la probabilità che una nuova cometa abbia la distanza perielia maggiore di quella della Terra dal Sole; e che la probabilità contraria è $\frac{94}{118}$. Erano dunque 23 i casi favorevoli, 93 i contrari: lo che ha luogo nel supposito di 116 eventi possibili. Perciò calcolando tali probabilità per $\frac{23}{116}$ e $\frac{93}{116}$ queste frazioni non discordano gran fatto da quelle prime calcolate. La probabilità che due comete sucessive abbiano l'una la distanza minore, l'altra la maggiore, sarà una probabilità composta che si otterrà dal prodotto delle due probabilità $\frac{23}{116}$ e $\frac{93}{116}$. Tuttavolta questo modo di calcolare si accosterà sempre più al risultamento esatto, quanto più il numero dei casi osservati sarà prossimo al numero dei casi possibili.

Questi esempi poi di pianeti, comete ecc. verranno acconciamente applicati a suo luogo pel calcolo delle vicende atmosferiche, come grandine, siccità, innondazioni, ecc.

924. Per ottenere un risultato *medio*, ossia il valor medio di diversi numeri, si sommano, e si divide la somma per la loro quantità. Così per determinare la durata media della vita umana in data epoca, e in un dato paese, si somma l' età di considerevole numero di trapassati scegliendoli di condizioni le più svariate: e divisa quella somma pel numero de'trapassati stessi, si ha nel quoziente la media durata della vita.

Per accertarsi della precisione d'un *medio*, supposto assai grande il numero delle osservazioni calcolate, si dividano in due parti e confrontando i due medii delle medesime, se concordano, o pochissimo sieno discordi, ognuna d'esse può tenersi per abbastanza precisa (V. § 807).

925. **Problema** XCIX. *Indovinare il numero* M *di palle bianche in confronto d'un numero* N *di palle nere contenute in un' urna.* È d'uopo per un considerevol numero di volte estrarne una palla e poi rimetterla nell'urna dopo notato il suo colore. Rilevatone il numero m di volte in cui è sortita una palla bianca, ed il numero n in cui sieno sortite nere, quanto più si replicheranno tali estrazioni, tanto più il rapporto $\frac{m}{n}$ si accosterà al vero $\frac{M}{N}$. La differenza $\frac{M}{N} - \frac{m}{n}$ può essere positiva o negativa, e questo ultimo caso è fortuito; ma cotale differenza sarà sempre una frazione sommamente piccola. Fatto così un numero r di prove, si ripeta per altro unmero r' e se ne ottenga un rapporto che indicheremo per $\frac{m'}{n'}$. Questo sarà pure ochissimo differente da $\frac{M}{N}$ e quindi i due rapporti $\frac{m}{n}$ ed $\frac{m'}{n'}$ differiscono tra loro e da $\frac{M}{N}$, di quantità che scema indefinitamente quanto maggiori saranno r, ed r' cioè i numeri delle prove e riprove fatte.

926. Quando non si conoscono gli eventi favorevoli, il calcolo è assai differente. Se un'urna contenga due palle di cui non si sappia il colore, ed estrattane una, sorta di color bianco ; poi riposta di nuovo nell'urna, sorta una palla egualmente bianca, hannovi due *ipotesi* possibili, quando si voglia indovinare il colore delle due palle. O amendue bianche, o una bianca e l'altra di colore qualunque. Se sono amendue bianche, vi è la certezza di estrarre ogni volta una palla bianca: quindi sarà da rappresentare col numero 1. (§ 894). Nell' altro caso la probabilità sarà $\frac{1}{2}$, ossia per due estratti successivi $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$, cioè $\frac{1}{4}$ (§ 903). Da ciò si calcola che la probabilità dell'ipotesi di due palle bianche sta a quella di due palle di color diverso $:: 1 : \frac{1}{4}$ ossia $:: 4 : 1$. Quindi per la prima ipotesi si può ritenere d'avere 4 casi favorevoli sopra 5, e le probabilità delle due ipotesi si possono calcolare come $\frac{4}{5}$ e $\frac{1}{5}$.

927. **Regola.** *Generalmente le probabilità delle ipotesi* (ossia cause degli

eventi) *sono proporzionali alle probabilità che queste ipotesi danno per gli eventi contemplati.*

Se si voglia conoscere la probabilità di estrarre una palla bianca a un terzo estratto, si possono riguardare le due ipotesi precedenti (§ 926) come due urne, da una delle quali sia da estrarre una palla bianca. Quindi il problema concerne le probabilità composte (§ 899). La probabilità della prima ipotesi è $\frac{4}{5}$; moltiplicandola per la probabilità dell'evento di questa ipotesi, avendo in essa la certezza di estrarre una palla bianca, si dovrà prendere $\frac{4}{5} \times 1 = \frac{4}{5}$. La probabilità della seconda ipotesi è $\frac{1}{5}$, e quella di estrarre una palla bianca è $\frac{1}{2}$, dunque avremo $\frac{1}{5} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{10}$. Cioè la probabilità di prendere una terza palla bianca sarà $\frac{4}{5}$ più $\frac{1}{10}$, ossia $\frac{9}{10}$.

928. **Regola.** *La probabilità di un nuovo evento semplice, s'ottiene calcolando sugli eventi passati le probabilità delle diverse ipotesi possibili, e sommando i prodotti delle medesime probabilità moltiplicate per quelle dell'evento, prese in ciascuna ipotesi.*

[5] Giuochi.

929. **Risultati del calcolo confrontati coll'esperienza.** Giacomo BERNOUILLI chiarì moltissimo questo subbietto. Se si faccia una sola prova, ossia generalmente per un caso particolare, il calcolo delle probabilità non sarà d'accordo col fatto speciale: ma per considerevole numero di prove, sempre più s'accorderà coll'esperienza medesima. Si ponno considerare come vere le tre proposizioni seguenti:

I. Se la probabilità d'un evento è $> \frac{1}{2}$ si ha luogo a credere che accadrà;

II. Più questo valore aumenta, più cresce la ragione di crederlo;

III. Questa ragione cresce proporzionalmente a quel valore.

Così nella condotta della vita, secondo il LA PLACE, la fortuna costante è prova d'abilità che dee far preferire l'impiego delle persone fortunate.

930. **Speranza matematica.** Ne' giuochi, ne' pari o scommesse i giuocatori non deono avere utile l'uno sull'altro. Se le probabilità di vincere non sono uguali, i giuocatori deono esporre somme proporzionali a dette probabilità.

Onde: *Speranza matematica è il prodotto del successo per la probabilità che si ha di ottenerlo. Perchè vi sia equità le speranze matematiche deono essere eguali.*

931. **Dadi.** Solo per far conoscere come chi giuoca corra incontro alla somma probabilità di perdere, oltre il tempo, il denaro, giova osservare che nel mentre sembra eguale per tutti la probabilità che sorta piuttosto un numero che un'altro, concorrono condizioni di cui coloro che le conoscono sanno astutamente industriare.

Osservando a *due dadi*, il numero 7 può solo sortire ne'seguenti 6 modi:

1	2	3	4	5	6
6	5	4	3	2	1

Ponendo insieme i numeri d'egual modo offerti da *tre dadi*, ne risulta che

il numero 3 ha combinazioni	1.	il numero 10 ha combinazioni	27
» 4 ne ha	3.	» 12 ne ha	25
» 5 »	6.	» 13 »	21
» 6 »	10.	» 14 »	15
» 7 »	15.	» 15 »	10
» 8 »	21.	» 16 »	6
» 9 »	25.	» 17 »	3
» 10 »	27.	» 18 »	1

Dal che si può comprendere quanto la *speranza matematica* di chi giuochi l' 8 il 9 ecc. sino al 13, sia superiore di chi giuocasse il 3 il 4 ecc. e così il 18 il 17 ecc.

932. **Carte.** A quello che ho detto al § 888, aggiugnerò solo che, tirando 8 carte sopra un mazzo di 32, esse possono combinarsi in modi 125970, senza che venga tra le otto un solo *Asso*.

933. **Problema** C. *Quale è il numero dei giuochi differenti che possono presentarsi da un mazzo di 32 carte di cui sole 12 giuocano e 8 sono scartate?* È per le cose dette addietro, rappresentato da

$$\frac{32.31.30.29.28.27.26.25.24.23.22.21}{1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12} \times \frac{20.19.18.17.16.15.14.13}{1.2.3.4.5.6.7.8}$$

$$= 28.443.124.054.800.$$

onde rivelasi quante combinazioni contrarie possa avere una unica desiderata per vincere.

[6] Lotterie.

934. Nel 1737 pubblicavasi, confermarsi bando in FIRENZE con multe e *galera a beneplacito* contro il giuoco del lotto, pubblicato del 1732. E nel 1739 seguiva la prima estrazione pubblica. Nel rendiconto amministrativo del cessato regno d'Italia si qualificava quel giuoco *come fomentatore di delitti e rovina del minuto popolo*, e poi lodavasi la *sagacità del ministro* nel procurare l'aumento di quel PRODOTTO giunto nel 1811 a fruttare 3,147,220 lire! Sarebbe utilissimo che tutta la rustica popolazione conoscesse i seguenti calcoli sulle lotterie, dei quali si trarrà partito nel libro VIII discorrendo gli elementi delle assicurazioni, delle vicende sinistre, ed altre emergenze della economia rurale.

935. **Estratto.** Se compongasi il lotto di 90 numeri, vi sono 90 eventi fortuiti, sui quali 5 soli favorevoli al giuocatore del *semplice estratto*. In questo caso adunque egli ha la probabilità di vincere, espressa per $\frac{5}{90}$ ossia per $\frac{1}{18}$. Perchè il giuoco fosse equo, se 90 persone giuocassero un numero diverso ciascuna, e sulla somma d'una lira per giuoco, quei 5 che vincono dovreb-

bero guadagnare 18 lire ciascuno. Infatti le *speranze matematiche* allora sarebbero eguali; perchè i cinque giuocatori vincerebbero lire 90 — 5 (cioè meno le 5 giuocate), il che fa 85, eguale alla perdita degli 85 giuocatori che hanno gli altri numeri, esclusi i 5 estratti. Ma se il giuoco sarà sopra uno determinato dei cinque estratti, la probabilità è $\frac{1}{90}$; quindi il giuocatore vincendo, per ogni lira giuocata dovrebbe riscuoterne 90.

936. **Ambo.** Si possono disporre 9 numeri, due a due, in 72 modi differenti cioè in combinazioni $9 \times 9 - 9$. Infatti

1 e 2	2 e 1	3 e 1	4 e 1	5 e 1	6 e 1	7 e 1	8 e 1	9 e 1
1 » 3	2 » 3	3 » 2	4 » 2	5 » 2	6 » 2	7 » 2	8 » 2	9 » 2
1 » 4	2 » 4	3 » 4	4 » 3	5 » 3	6 » 3	7 » 3	8 » 3	9 » 3
1 » 5	2 » 5	3 » 5	4 » 5	5 » 4	6 » 4	7 » 4	8 » 4	9 » 4
1 » 6	2 » 6	3 » 6	4 » 6	5 » 6	6 » 5	7 » 5	8 » 5	9 » 5
1 » 7	2 » 7	3 » 7	4 » 7	5 » 7	6 » 7	7 » 6	8 » 6	9 » 6
1 » 8	2 » 8	3 » 8	4 » 8	5 » 8	6 » 8	7 » 8	8 » 7	9 » 7
1 » 9	2 » 9	3 » 9	4 » 9	5 » 9	6 » 9	7 » 9	8 » 9	9 » 8

937. Analogamente, per 90 numeri le combinazioni, due a due, sono $90 \times 90 - 90 = 8010$. Ma non sortendo che 5 numeri, essi, a due a due, non si possono combinare che in modi $5 \times 5 - 5 = 20$. Dunque il giuocatore sopra 8010 eventi ne ha soli 20 favorevoli, cosicchè la sua probabilità di vincere è $\frac{20}{8010} = \frac{1}{400,5}$ dunque la vincita giusta sarebbe di lire 400,50. Se l'*ambo* è determinato, cioè indicati i numeri e l'ordine col quale devono sortire, la probabilità è $\frac{1}{8010}$, e la vincita per una lira dovrebbe essere lire 8010; quell'amministrazione che ne paga solo 5100 ne defrauda 2910.

938. **Terno.** Le combinazioni tre a tre di 90 numeri sono 704880. Invece se osserviamo quelle di 5 numeri, le troviamo in numero di 60 come segue:

123	213	312	412	512
124	214	314	413	513
125	215	315	415	514
132	231	321	421	521
134	234	324	423	523
135	235	325	425	524
142	241	341	431	531
143	243	342	432	532
145	245	345	435	534
152	251	351	451	541
153	253	352	452	542
154	254	354	453	543

Il giuocatore ha dunque 60 combinazioni favorevoli tra 704880 eventi: quindi per vincere la probabilità è $\frac{60}{704880} = \frac{1}{11748}$, cioè giuocando una

lira dovrebbe vincere 11748 lire. L'amministrazione che ne paga solo 5500 ne defrauda 6248.

939. **Quaterna.** Le combinazioni di quattro a quattro sono per 5 numeri come segue:

1 2 3 4	1 4 2 3	2 1 3 4	2 4 1 3	3 2 1 4	3 4 1 2	ecc.
1 2 3 5	1 4 2 5	2 1 3 5	2 4 1 5	3 2 1 5	3 4 1 5	»
1 2 4 3	1 4 3 2	2 1 4 3	2 4 3 1	3 2 4 1	3 4 2 5	»
1 2 4 5	1 4 3 5	2 1 4 5	2 4 3 5	3 2 4 5	3 4 2 1	»
1 2 5 3	1 4 5 2	2 1 5 3	2 4 5 1	3 2 5 1	3 4 5 1	»
1 2 5 4	1 4 5 3	2 1 5 4	2 4 5 3	3 2 5 4	3 4 5 2	»
1 3 2 4	1 5 2 3	2 3 1 4	2 5 1 3	3 1 2 4	3 5 1 2	»
1 3 2 5	1 5 2 4	2 3 1 5	2 5 1 4	3 1 2 5	3 5 1 4	»
1 3 4 2	1 5 3 2	2 3 4 1	2 5 3 1	3 1 4 2	3 5 2 1	»
1 3 4 5	1 5 3 4	2 3 4 2	2 5 4 3	3 1 4 5	3 5 2 4	»
1 3 5 2	1 5 4 2	2 3 5 1	2 5 4 1	3 1 5 1	3 5 4 1	»
1 3 5 4	1 5 4 3	2 3 5 4	2 5 4 3	3 1 5 4	3 5 4 2	»

Il calcolo mostra che con 90 numeri si fanno 61324560 disposizioni differenti di quattro numeri, mentre sole 120 se ne fanno con 5 numeri. Quindi pel giuocatore la probabilità è $\frac{120}{61324560} = \frac{1}{511038}$; e giuocando una lira se ne dovrebbero vincere 511038. L'amministrazione che ne paga solo 71000 ne defrauda 440038. È facile l'analogo calcolo per la *cinquina*.

[7] Corollario sul giuoco del lotto.

940. È importante che gli uomini del secolo decimonono a qualsisia classe pertengano, conoscano a fondo cos'è il giuoco del lotto. L'agronomo in ispecie dee apprezzare quanto una moneta qualunque, meglio sia impiegata nel fecondare la terra, che nell'impinguare il volontario, ma non perciò meno funesto e grave tributo del lotto, il quale compone il suo lucro coll'obolo prezioso del povero lavoratore.

941. Per conoscere allo incirca ciò che perde il popolo giuocando al lotto si ha da questo ragguaglio della lotteria di Parigi nei seguenti anni.

1816. Guadagno dell'amministrazione	6,169,000	lire
1817.	4,948,000	lire
1818.	6,606,000	lire
1819.	5,218,000	lire
1820.	9,253,000	lire
	32,194,000	lire (1)

(1) Recherches statistiques sur Paris. V. Quetelet, Instructions populaires sur le calcul des probabilités. Bruxelles 1828, pag. 111.

942. Il calcolo adunque e la ragione dimostrano che il *lotto* è un giuoco I. *fraudolente*, II. *immorale*, III. *irreligioso*, IV. *impolitico*, V. *antisociale*. L'industriare sui vizi della popolazione, il porre tributo sull'ignoranza, sulla negghienza, sull'avidità d'inricchire senza lavorare, e sulla falsa fiducia della classe che più si deve istruire e sollevare, è una pessima risorsa di *finanza*, perchè risorsa caramente scontata coll'aumento proporzionale di vagabondi, mendichi e delinquenti di cui il lotto egregiamente favorisce la moltiplicazione, ed i governi che lo conservano, acquistano nella storia una pagina comune con ELIOGABALO.

(DICHIARAMENTO *Forse ad alcuni riuscirà increscevole il* Capitolo *cui fo fine. Ma le applicazioni che ne verranno richiamate* dalle *gravi quistioni* di Economia rurale *al VII ed VIII Libro, le disputazioni sul Catasto, sulle imposte sulla estimazione dei fondi e capitali, sulle assicurazioni ecc. mi giustificheranno d'avere fedelmente seguito il mio* PRODROMO, *dal quale certo non potrei punto discostarmi dappoichè meritò l'approvazione di sommi agronomi, tra quali ricorderò solo il celeberrimo* RIDOLFI *e il dottissimo maestro mio Prof.* CONTRI, *la menda d'orgoglio essendo vinta dal debito d' inesauribile riconoscenza)*

CAPITOLO VI.

GEOMETRIA AGRARIA.

SOMMARIO. Sezione I. PRENOZIONI. — Concetto preliminare e significato d'alcuni vocaboli. — Definizioni. — Assiomi. — Postulati. Sezione II. GEOMETRIA DELLE LINEE. — Linea retta. — Circolo. — Angoli. — Proprietà delle perpendicolari — delle parallele. — Misure delle linee rette — delle curve. Sezione III. GEOMETRIA DELLE SUPERFICIE. — Figure rettilinee. — Figure curvilinee. Sezione IV. GEOMETRIA DEI SOLIDI. Corpi a superficie piana — a superficie curva. Sezione V. Preliminari di GEOMETRIA descrittiva.

943. Il vocabolo GEOMETRIA nulla più dovrebbe significare che misura della terra, siccome suonano γῆ *terra*, e μετρειν *misurare*. Se vero narrano STRABONE (1) ed ERODOTO (2), le benefiche melme lasciate dal *Nilo* nelle sue annue inondazioni, coprendo o cancellando qualsiasi segnale o termine de' campi e possedimenti privati, appresero agli Egiziani, o piuttosto gl'indussero a trovare ingegni per rilevare di nuovo i loro confini: ingegni che doveano metter capo a studiare le proprietà e le grandezze delle figure.

944. Ma nel suo competente significato, GEOMETRIA è la scienza delle proprietà della estensione. Forse più convenevole sarebbe il nome di EXTENIOGNOSSIA

(1) Lib. XVII.
(2) Lib. II.

o altro simigliante, siccome METROGNOSSIA (1), equivalenti a scienza o cognizione della estensione, della misura. Se non che interessa piuttosto conoscere di qual guisa convenga dividere la elementare trattazione di cui dee fornirsi l'agronomo, e deono comprendere queste Istituzioni. Forse è secondo alcuni lodevole il distinguerla in

Planimetria, o misura de' piani;
Altimetria, o misura delle altezze;
Longimetria, o misura degli obbietti lontani;
Stereometria, o misura de' solidi.

945. Però in questo Capitolo è solo da comprendere una iniziale GEOMETRIA *pratica*, coi preliminari della *descrittiva*, esclusa la GEODESIA, come pure la GEOSTATICA, la GEOIDROGRAFIA e l'altre parti dell'AGRIMENSURA propriamente detta, di cui sarà la trattazione speciale nel IV Libro, siccome alla GEONOMIA pertinente. Laonde, dovendo ora solo tratteggiare di breve gli elementari principii della GEOMETRIA, fo stima di compendiarli a norma delle cinque seguenti Sezioni (2).

I. **Prenozioni e definizioni.**
II. GEOMETRIA delle **linee.**
III. GEOMETRIA delle **superficie.**
IV. GEOMETRIA dei **volumi.**
V. GEOMETRIA **descrittiva.**

Avvertenza. Quanto possa interessare dell' APOMECOMETRIA (da απο lungi, μεκος lunghezza, e μετρον misura) o, come dicono, LONGIMETRIA, cioè arte di misurare la distanza degli oggetti lontani, nelle diverse applicazioni ne dirò quanto basti anco a schiarimento de' principii più essenziali; e similmente sarà di quelle d'ALTIMETRIA. È poi da avvertire che le parti tutte della GEOMETRIA sono così tra loro connesse che non ponno alcune proprietà delle linee dimostrarsi a rigore, senza il concorso delle superficie, e così alcune proprietà di queste senza quelle de' solidi, ecc. Laonde non sarà meraviglia se, per esempio, alcune più belle nozioni sulle parallele si troveranno nella terza Sezione, anzichè nella seconda. L'essenziale è, che niuna proposizione si appoggi sopra altra che non sia anteriormente dimostrata.

946. **Ragguaglio storico.** Innanzi tratto spigolerò com'io possa alcuna storica annotazione. — EUCLIDE, celebre geometra in ALESSANDRIA a' tempi del primo Tolomeo, de' suoi tredici libri di Elementi consacrò i primi quattro alle proprietà delle linee, degli angoli, de' triangoli e dei circoli; il 5° ed il 6° alle ragioni o proporzioni; altri quattro ai numeri; l'11° e il 12° ai solidi, cui dedicò pure il 13°, toccando inoltre sul

---

(1) METROGNOSSIA sarebbe assai diverso da METROGRAFIA, ch'esprime la sola descrizione, non la nozione completa della misura.

(2) Non sarà incensurabile la presente divisione, la quale, dopo le preliminari dichiarazioni, potrebbe distinguersi coi nomi di GRAMMEGNOSIA, o nozione della linea, EPIPOLOGNOSIA, o nozione della superficie, ENILEMATOGNOSIA ovvero STEREOGNOSIA, ossia nozione de' volumi. Ma il disegno di metodo più pratico degli ordinarii, mi determinò a questa più materiale divisione.

tagliar la linea in media ed estrema ragione. Un 14° e un 15° libro voglionsi opera d'IPSICLE, aggiunti a quelli d'EUCLIDE da TEONE. APOLLONIO di PERGA nella *Pamfilia* acquistò celebrità per 8 libri delle *Sezioni coniche, curve*, scoperte dai matematici della scuola di PLATONE. Il MEMMIUS, nobile veneziano, tradusse i primi 4 libri d'APOLLONIO nel 1507: più commendevole fu l'altra traduzione fattane nel 1566 da COMMANDINO d'URBINO. Il VIVIANI, discepolo di GALILEO, ebbe divisamento di pubblicare intera l'opera di APOLLONIO, e del 1659 ne diè solenne argomento (1). Ma la traduzione del 5° 6° e 7° si pubblicò nel 1661 dal BORELLI, quella del 10° dall' HALLEY, nel 1710.

947. Non potrei tracciare in questo luogo una storia della Geometria. All'agronomo italiano basti conoscere alcuni de'grandi geometri d'Italia figliuoli. Il più grande matematico delle età trapassate fu ARCHIMEDE, nato in Sicilia 287 anni prima di Cristo. Inventò il metodo di misurare gli spazi curvilinei, metodo detto delle *esaustioni*, che seguì ne' suoi due libri sulla sfera e sul cilindro, e trovò che la sfera, sia nella superficie che nella solidità, eguaglia i due terzi del cilindro circoscritto. Oltre il trattato delle conoidi e delle sferoidi, e le ricerche sulla spirale, scoperta dal suo amico CONONE, nel trattato PSAMMITE O ARENARIA calcolò il numero de'granelli di sabbia contenuti in una sfera il cui diametro sia la distanza tra la Terra e il Sole. La scoperta de' rapporti tra la sfera e il cilindro è tuttora uno dei più bei teoremi di geometria, e nondimeno il principe de' geometri era dal principe degli avvocati tenuto in sì poco pregio (2)! Dovrei memorare ARCHITA di Taranto (contemporaneo anzi maestro di PLATONE) al quale deesi il primo tentativo sul famoso problema della *duplicazione del cubo* (3) ed è forse tra primi geometri che si servissero dell'analisi. Ma non potrei ora intrattenermi a dimostrare quanti maestri della sapienza antica nacquero d'Italia.

948. Il metodo delle *esaustioni* richiamavane altro più compendioso ed analitico, e lo si debbe al CAVALIERI di MILANO, natovi nel 1598. Prima di lui LEONARDO DA VINCI avea cercato metodi generali per dispiegare sovra un piano le superficie curve, e gli si deve la risoluzione di problemi di geometria, mercè una sola apertura di compasso, come più tardi fecero il TARTAGLIA, il CARDANO, il BENEDETTI, il FERRARI. Considerò le superficie come limiti dei corpi, le linee come limiti delle superficie, ed inventò per affermazione del LIBRI, *le tour ovale* (4).

949. A GALILEO si dee nome di primo geometra dopo ARCHIMEDE sino al XVIII secolo. Di soli 21 anni avea già perfezionato la teorica de' centri di gravità dei solidi. Il suo compasso di proporzione, strumento utilissimo

---

(1) VIVIANI. De maximis et minimis geometrica divinatio in quintum conicorum Apollonii Pergaei adhuc desideratum.

(2) Humilem homunculum a pulvere et radio excitabo..... Archimedem. CICERO *Tusculan. disput.* Lib. V, § 33.

(3) MONTUCLA H. des Mat. I, pag. 143 e LIBRI loc. cit., T. I, pag 31. Vedi anche TIRABOSCHI, storia della lett. ital. T. I, pag. 49. Venezia 1795.

(4) Ho voluto conservare l'espressione del LIBRI per motivi qui superflui a dichiarare. V. *Hist. des Matem.* loc. cit., Tom. III, pag. 46 in nota.

per gl'ingegneri, ebbe successo straordinario, e la determinazione della traiettoria descritta dai corpi che non seguono la verticale nel cadere, basterebbe per assicurargli l'immortalità, oltrecchè gli si dee principalmente la scoperta della cicloide. Al TORRICELLI la soluzione del famoso problema sull'area e sul centro di gravità della cicloide. Ad Antonio ROCCA, discepolo del CAVALIERI, la prima dimostrazione geometrica del modo di misurare il volume dei solidi di rivoluzione per mezzo del movimento dei centri di gravità. Al CEVA Giovanni di MILANO una bella teoria pure sui centri di gravità, ed a Tommaso, di lui fratello, uno strumento per eseguire meccanicamente la trisezione dell' angolo. Al FAGNANO Giulio di SINIGAGLIA (e chi potrebbe tutti sol noverarli ?) un trattato sui triangoli rettilinei, ed investigazioni sulla *Lemniscata;* ed a lui non che al figliuol suo Gian-Francesco espressioni molto singolari della circonferenza del circolo, mercè l'uso dei logaritmi delle quantità immaginarie. Celebre l'AGNESI, novella *Ipazia*, insegnò matematica nell'Università di MILANO, e pubblicò *Istituzioni analitiche* nel 1748. Il MANFREDI Gabriele da BOLOGNA, il RICCATI da TREVIGI furono pur chiari geometri dello stesso diciottesimo secolo. Il CAGNOLI Antonio, astronomo veronese, offerì il migliore trattato di trigonometria rettilinea e sferica; e il MASCHERONI da BERGAMO, riducendo al solo uso del compasso tutte le questioni di elementare geometria, presentò nuove proposizioni, e tra le più notevoli quelle relative alla divisione del circolo. Le tavole, dipoi terminate dal DELAMBRE, secondo la divisione decimale della circonferenza erano intraprese dal BORDA. Ma il LAGRANGE da TORINO fù geometra che pochi ebbe eguali, come fu analitico insigne nella creazione del metodo delle variazioni. Il PAOLI similmente offerì pel calcolo differenziale e integrale un trattato mirabile per l'ordine e per le applicazioni dell'algebra alla geometria, in cui il FAGNANO schiuse la via alle più sublimi ricerche, scoprendo che sopra ogni elisse od iperbola si ponno assegnare in mille guise due archi la cui differenza è eguale ad una quantità algebrica. L'ORIANI contemplò la risoluzione dei triangoli sferoidici, ed al BORDA non che al celebre CASSINI si deono lavori geodetici della maggiore importanza. L'Italia in somma ne'moderni geometri sostenne perpetuo il primato universale dei geometri antichi.

950, **Vantaggi di questi studi.** Per dovere di brevità mi limito all'anterior cenno imperfettissimo, che si terrà tuttavia sufficiente, perciocchè basti a dimostrare come, versatissimi gl' Italiani in ogni ramo di scienze, nelle matematiche in ispecie fossero in ogni età prestantissimi. La GEOMETRIA, nè altrimenti il nome suona, è indispensabile all'AGRICOLTURA perfezionata, di cui è fondamento l'AGROLOGIA; e da queste Istituzioni sarà mestieri convincersene quando si apprezzerà l' importanza delle parallele direzioni nei piantamenti, delle superficie piane, elemento precipuo a profittare delle irrigazioni, e delle curve per la coltivazione ordinaria delle più utili piante. La cognizione della figura e della misura d' un campo, la traccia dei condotti di scolo o d' innaffiamento, il disegno del perimetro, e il calcolo della cubatura d' un argine o dell' escavo d' un macero, senza parlare delle cubature dei legnami e delle forme più convenevoli degli ordegni, degli attrezzi, delle macchine e delle fabbriche rusticali, tutto presume, nel-

l'agronomo direttore o coltivatore, quel discreto corredo di nozioni geometriche cui è destinato il presente Capitolo.

951. **Disvantaggi dell' ignorarli.** Nè, per converso, addurrò esempii de' molti danni ed incomodi che all' agricoltore provengono, ove de' rudimentali principii digiuno. N'ho veduti alcuni talora, e d'altronde istruiti e colti possidenti, riguardando a mappe censuarie, ritenere ch'esse rappresentassero i tipi de'loro fondi nel rapporto numerico da quelle contrassegnato. Osservando mappe delineate, per esempio, sulla scala di 1 : 10000 credevano che il loro fondo (e dicasi lo stesso di un circondario o territorio) fosse perciò 10000 volte maggiore di quello che nella carta appariva, onde stimavanlo troppo minore del vero. Mancando di ogni nozione geometrica, non comprendevano quel rapporto significare che la distanza da un punto all' altro è 10000 volte maggiore di quella figurata nel tipo; ma pel riflesso che le superficie stanno tra loro nella ragione de'quadrati, doversi quindi, a quel qualunque fondo o paese contemplato, calcolare realmente una superficie in relazione al quadrato di 10000, cioè 100000000 volte maggiore dell'ampiezza designata nella mappa.

952. Ponendo fine a questa breve introduzione, trapassando ulteriori prove, conchiuderò essere impossibile esercitare l'agricoltura a seconda dell'attuale suo progresso, senza giovarsi delle nozioni più elementari di GEOMETRIA. O al proprietario, o al suo affittuale, o all'agente, o a chi presiede insomma alla campestre bisogna, ricorre opportuno per ogni nuova piantagione, o costruzione o riduzione di terreno lo applicare geometriche norme, e più nell'opere di permute o divisioni, ed altre d'irrigazione o di scolo. Gli Spartani pregavano gli Dei perchè lor concedessero il *bello* ed il *buono*; e ciò dee similmente conseguire l'agronomo, conciossiachè il *bello* in agricoltura può essere compagno del *buono*, senza costare nulla di soverchio. Tengo anzi per fermo di persuadere a chi vorrà leggere le presenti Istituzioni, che la regolarità e la disposizione simmetrica, nelle campestri opere, riescono a pratica utilità. Laonde vuolsi apprendere dalla GEOMETRIA quanto può a cotale intento servire, ed inoltre quanto vale a facilitare l' interpretazione de'naturali fenomeni cui l'AGROLOGIA dee riguardare.

SEZIONE I.

Prenozioni e definizioni.

Art. I. Concetto preliminare e significato d'alcuni vocaboli. — Art. II. Definizioni. — Art. III. Assiomi. — Art. IV. Postulati.

953. Se in tutte le filosofiche discipline è necessario l' ordinamento de' subbietti di cui dee sporsi la trattazione, nelle matematiche è rigorosamente prescritto. E prime voglionsi far precedere quelle generali nozioni, la cui manchezza renderebbe malagevole l'oltrare in cammino, che con sì misurati passi è da percorrere, da non potersene muovere alcuno senza

ricalcar l'orme de' precedenti. Perciò torna comporre ed ordinare la presente Sezione per 4 Articoli, siccome segue:

Articolo I. **Concetto preliminare e significato d'alcuni vocaboli.**
» II. **Definizioni.**
» III. **Assiomi.**
» IV. **Postulati.**

Posciachè sia posto adequato studio a queste generali nozioni, le più speciali che succedono faranno conoscere all'agronomo che la GEOMETRIA, entro i limiti prefiniti dalla sua applicazione all' agricoltura, è non meno utile, che agevolmente e dilettosamente intendevole.

Art. I. Concetto preliminare e significato d'alcuni vocaboli.

[1] Concetto preliminare.

954. Prima di procedere oltre negli studi relativi alle matematiche discipline, è d'uopo che l' agronomo, facendo seguito a quanto si tratteggiò nel § 576 e seguenti, abbia alcun ulteriore concetto sul fondamento razionale delle nozioni geometriche, e prima in genere delle matematiche.

955. La **logica delle matematiche** consiste nel derivare verità nuove da verità conosciute ed incontrovertibili; ma deono quelle da queste discendere necessariamente ed esattamente, siccome n' hanno dato esempio le nozioni rinsegnate ne'due precedenti Capitoli. Imperochè la filosofia delle matematiche consiste non solo nel riconoscere la verità dei primi principii, ma nel dedurne conseguenze prossime ed eziandio le rimote. La severità e il rigore del metodo di non passare a verità incognite senza derivarle da altre verità conosciute indisputabili, fu detta logica delle matematiche, la più sicura e perfetta logica, onde PITAGORA ebbe a prescrivere per la sua scuola, *nullus hic, nisi geometra.*

956. **Dimostrare** in matematica, è argomentare la verità d' una proposizione, e può conseguirsi di tre modi fondati su tre principii:

1. Di *contraddizione* e di *identità;* cioè provato che due oggetti sono identici, quanto si può affermare dell' uno, si può eziandio affermare dell'altro. Al contrario, se si può affermare dell' uno qualsiasi minima condizione che non si possa affermare dell'altro, è stabilito che i due oggetti non sono identici.

2. Di *esclusione;* perchè due oggetti che si escludono non possono esistere insieme.

3. Di *ragione sufficiente;* provando che una proposizione conduce a una falsa conseguenza, si dimostra falsa la proposizione: una proposizione le cui conseguenze sono tutte vere, è vera necessariamente essa pure.

957. La **metafisica delle matematiche.** Le matematiche versano sul *numero, spazio* e *tempo*. Ogni corpo occupa uno *spazio* limitato e configurato come il corpo esso stesso: quando pure questo non esista, non cessa nondimeno d'esistere lo spazio ch'esso occuperebbe, e dicesi *spazio relativo.* Che anzi, mercè l'astrazione da tutti gli oggetti esistenti nell'universo, nasce l'idea più generale dello *spazio assoluto.* Il pomo pendente dal ramo occupa uno *spazio relativo* ossia un posto nello *spazio assoluto,* e posto eguale alla sua forma e grandezza. Cade il pomo a terra, quindi la sua traslazione da un sito all'altro dello *spazio assoluto;* mentre lo *spazio relativo* occupato dal medesimo cambia posto finchè siasi fermato. Cotale traslazione può farsi più o meno rapida, secondochè muovasi il corpo, o sia mosso più o meno lentamente. Quindi l'idea della *velocità*, la quale non significa che il rapporto dello *spazio* percorso, al *tempo* impiegato a percorrerlo. Se lo spazio percorso sia costante, allora quant'è maggiore il tempo impiegato dal corpo a percorrerlo, tanto sarà minore la sua velocità: questa tanto maggiore, quanto minore quello, ossia più breve. L'idea dunque della *velocità* non esiste senza quella dello *spazio* e del *tempo*, il quale, per definizione del LAPLACE *è l'impressione fatta sul nostro spirito dalla successione de' fenomeni.*

958. **Numero.** Sarebbe impossibile l'idea del rapporto tra tempo e spazio, senza che quella ne proceda del *numero*. Rapporto, infatti, significa quante volte una quantità è contenuta nell'altra. Che sia quantità, e come possa essere negativa, si è al § 544 e 579 abbastanza dimostrato, siccome nel § 578 s'è pur detto che intendasi per zero. Che s'indichi per commensurabile ed incommensurabile, e di poi che intendasi matematicamente per infinito e per infinitesimo, i quali sono per così dire i due numeri estremi al di qua e al di là dello zero, è da vedere brevemente.

959. **Commensurabile** e **incommensurabile.** Due linee le cui lunghezze sieno 15 e 170 metri, sono *commensurabili*, perchè tutte e due sono misurate colla stessa linea presa per unità di misura, che in questo caso è il *metro*. Se le due lunghezze fossero metri 1,750 e metri 0,967, sarebbero pure *commensurabili,* ma prendendo per unità il *millimetro*. Dunque due quantità sono sempre *commensurabili* quando n'esiste una terza, comunque piccolissima, che possa misurarle. Ma se questa terza quantità non esiste, allora quelle due diconsi *incommensurabili.* Per esempio, non si dà numero ch'esattamente rappresenti la radice del 2; quindi $\sqrt{2}$ è quantità incommensurabile, perchè tra $\sqrt{2}$ e un numero qualunque intero o frazionario, non è possibile trovare quantità, comecchè piccolissima, che serva di comune misura. Tali vedremo essere il lato d'un quadrato e la sua diagonale: il diametro e la periferia d'un circolo: il raggio d'un circolo ed il lato del triangolo regolare inscritto.

960. **Infinitesimi.** *Infinitesima* è in astratto una quantità infinitamente piccola, non altrimenti che lo sono gl' *indivisibili.* Per esempio i geometri suppongono che una curva equivalga ad un poligono di numero *infinito* di lati, i quali perciò sono *infinitesimi.* È falso che una curva possa avere lati, ma quando essi si considerino infinitamente piccoli, non vi è errore, purchè nel calcolo si valuti egualmente infinito il loro numero. Giuseppe L. LAGRANGE, matematico di sì gran nome, dimostrò la inesattezza del prin-

cipio di calcolare quantità infinitamente piccole (1), ma fece eziandio rilevare che nel calcolo infinitesimale si ottiene la verità quale risultato della eliminazione mutua di due opposti errori, conciossiachè il calcolo raddrizza di per sè stesse le false ipotesi che si presuppongono. Ed in ciò consiste il sottile avvedimento de' matematici, i quali adottano suppositi, come questo degli infinitesimi, onde breviare e facilitare le dimostrazioni; ma suppositi che nulla può invalidare, quando risulta provato che l'errore cui dan luogo, è sempre corretto dal modo con cui il calcolo si è maneggiato.

Nè si dee credere una quantità infinitamente piccola eguale a zero, perchè anzi i matematici acutamente e logicamente considerano negli stessi infinitesimi, varii ordini di grandezza. Intorno a che sarebbe soperchio, perchè all'agronomo disutile, l'intrattenersi.

961. **Indivisibili.** Una figura si può concepire scomposta in due, in quattro parti. Se il numero di queste parti si supponga infinito, le parti medesime dovranno essere infinitamente piccole. Ora, quando sieno infinitamente piccole, vuol dire che non sono, nemmeno per supposito d'immaginazione, ulteriormente divisibili. Il metodo degli indivisibili s'introdusse dal CAVALIERI nel 1635 nella geometria (2). ARCHIMEDE aveva immaginato minimi solidi, e triangoli inscritti e circoscritti. Il CAVALIERI immagina superficie e linee, siccome gli elementi delle figure, soltantochè sono elementi sì estremamente piccoli, da non potersi più dividere in altri minori. A questa idea concorda quella degli infinitesimi; perciocchè, nello addotto esempio (§ 960), i supposti minimi lati di cui s'immagina composta una curva, procedono dall'idea che sia divisa in numero infinito di parti, d'onde consegue che queste parti sono infinitesime non solo, ma indivisibili, perchè se potessero ulteriormente dividersi, il loro numero non sarebbe stato infinito.

962. **Infinito.** Dopo quanto è detto delle quantità considerate siccome estremamente piccole e indivisibili, si può meglio comprendere che intendano i geometri per *infinito*, ma infinito quantitativo o matematico, non già metafisico. S'è già dato esempio al § 896 di serie composte di espressioni frazionarie, nelle quali il numero de' termini può essere infinito, senza che la loro somma raggiunga l'unità. Taluno obbietterebbe: è impossibile ottenere realmente tutti i termini di una di quelle serie, perchè, per quanti se ne assumano si può sempre procedere con altri a quelli successivi: dunque l'infinito è impossibile. Nella quale conchiusione peccano gravemente di contraddizione. L'infinito appunto si concepisce in quanto che quel numero di termini è detto infinito, perchè non ha fine, e di certa guisa più se ne sommano, più ne restano di ulteriori da sommare. Ma non torna ora in acconcio dirne più oltre di quanto trova luogo nel paragrafo che segue.

[2] Concetto più determinato.

963. **Elementi dell' estensione.** Accostiamoci a nozioni più speciali. Qualsiasi *corpo* in natura è tale perchè occupa una parte determinata

---

(1) Mem. dell'Accad. delle Scienze di Torino. Vol. 2.
(2) CAVALIERI, *Geometria indivisibilium.*

dello spazio (957). L'estensione di questo spazio è ciò che chiamasi *volume*. Il confine del *corpo* collo spazio, ossia il limite che circoscrive il suo volume, chiamasi *superficie*. I corpi circolari, per esempio gli sferici, come S (fig. 57) hanno una sola continuata superficie. Gli altri siccome Q (fig. 57) ne hanno

Fig. 57.

più d'una. Quando queste superficie s' incontrano, il loro limite comune è la *linea*: e dove le *linee* s' incontrano, hanno per comune limite il punto.

Se abbiasi il corpo S, o qualsiasi altro a superficie curva, siccome P (fig. 57), qualunque sia la loro grandezza, e comunque curva sia la loro superficie, non rileveremo nessuna *linea* nè *punto* d'incontro. In qualsiasi altro corpo foggiato, come Q, ovvero B, sieno di 10, 20 o mille facce composti, troveremo sempre le *linee*, come quelle comprese tra 1 e 5, tra 1 e 3, tra 2 e 4, ecc. Oltracciò in 1 abbiamo il *punto*, cioè il comune limite d'incontro delle linee comprese tra 1 e 2, tra 1 e 3 ed 1 e 5: e similmente il *punto* 2 è limite tra le linee 2 a 1, 2 a 4, e 2 a 7, e via dicendo.

964. Ora, per qualunque modo ragguardisi il corpo S, o l'altro P, ci presenta un contorno, come lo presentano gli altri Q e B. Ma risalta all'occhio la differenza importantissima ch'è fra le linee onde tali contorni si compongono: perciocchè quelle de' corpi S e P sono *linee curve*, e l'altre de' corpi Q e B sono *linee rette*. Se il corpo fosse composto di superficie in parte piane e in parte curve, come il corpo C o D (fig. 58), presenterà

Fig. 58.

linee rette e linee curve, e se partecipi d'amendue le forme, come i corpi E e F, raffiguranti una boccia e l'orecchio d' un aratro (fig. 59), offrirà anche linee in parte rette, in parte curve, che diconsi *miste*.

Fig. 59.

965. Non era forse d' uopo indicare che sia linea retta o curva, come cosa troppo intendevole: non lo era però similmente comprendere che la linea non deve avere alcuna larghezza o grossezza, come il punto non ha dimensione alcuna. Fisicamente il punto ha una estensione per rendersi visibile, geometricamente n' è affatto privo nella stessa guisa della linea; la quale è come una serie di punti, o piuttosto la traccia indicante il passaggio da un punto all' altro, onde si concepisce come rappresentata senza alcuna larghezza. Infine la superficie si considera siccome dotata di lunghezza e larghezza, ma senza alcuna altezza o grossezza che voglia dirsi.

Si comprende che per misurare la distanza di un punto da un altro, non occorre che la linea abbia alcuna larghezza: tanto sarà la distanza di due punti tra loro, se li misuro con pertica grossa qualche centimetro, come se con uno spago così sottile da prescindere affatto dalla sua grossezza. Che se io cerco il punto di mezzo di questa distanza, esso m' indicherà solo la divisione della pertica o del filo in due parti eguali, senza che il punto aggiunga o sottragga nulla alla lunghezza d'alcuna delle parti medesime. La superficie di un campo è sempre la stessa, benchè io non faccia alcun calcolo della grossezza del suolo vegetale, o dello strato coltivato. Volendo misurare la superficie dell' acqua, di cui è colmo un macero, ho soltanto a misurarne la lunghezza e larghezza. Quando però dovessi conoscere il volume di tutta quell' acqua, m' è d' uopo calcolare anco la sua altezza. Cioè a dire il volume o il solido implica necessariamente l'idea di tutte e tre le dimensioni (1).

966. Un trattatello di Geometria, per quantunque elementarissimo come il presente, e ristretto quant' è imposto da necessità di essere brevissimo, deve però riuscire esatto e rigoroso, e bastare alla chiarezza mediante utili applicazioni. Ma conviene che l'agronomo sappia concepire le nozioni geometriche, anche nel loro senso più astratto. Si è dedotta l' idea della superficie dal limite dei corpi; nondimeno, si dee sapere considerare le superficie indipendentemente dai corpi cui pertengono, ed anzi si possono immaginare superficie senza che appartengano ad alcun corpo. Così l' idea della linea s' è rilevata dal limite della superficie; ma si ponno considerare le linee in sè sole, fatta astrazione da superficie qualsisia. Similmente il punto, benchè considerato come estremo o limite della linea, non impedisce di concepire e considerare punti, avvegnachè non pertengano ad alcuna linea.

967. Senza materialmente dividere un arancio in due parti eguali, posso immaginare un piano che, passando pel suo centro, lo divida; e d' egual modo potrò concepire quanti piani voglio che passino per lo interno, non solo di un arancio, ma di un corpo qualunquesia.

Quando io dico — la linea retta è la più breve che possa esistere fra due dati punti — ciò non deve obbligarmi a que' punti stessi per limite alla

(1) Forse sarò diffuso di soverchio in questi preliminari; ma ho sempre in pensiero quelle parole del Galileo: « *Quel comporre la linea di punti, il divisibile d'indivisibili, il quanto di non quanti, mi paiono scogli assai duri da passargli.* Galileo, Dialoghi del Moto, 496.

linea retta, la quale posso concepire indefinitamente protratta, cioè immaginare lunga quanto voglio. Parimente una superficie piana potrò concepirla di ampiezza indefinita. Inversamente, come posso immaginare il punto matematico privo di qualsiasi estensione, la linea priva di qualunque larghezza e profondità, e la superficie esente da qualunque grossezza; così potrò concepire una figura composta di dieci, venti, mille lati, ed anzi di tal numero che siano infinitamente piccoli, onde vengano a confondersi con una linea curva (§ 961).

968. **Nozioni concrete.** Dirà l'agronomo: a che recano le precedenti considerazioni? Quelle pertinenti di certa guisa a filosofia matematica (§ 955 e seg.) servono a far conoscere di qual modo debbasi procedere nello applicarsi ai modi, per così dire, d'argomentazione, di cui è mestieri nello studio delle nozioni geometriche. L'idea di *commensurabilità* (§ 959) si volea posta in chiaro acciò (come occorrà più innanzi) si faccia giusto concetto del perchè, per esempio, è impossibile descrivere un quadrato, la cui area sia perfettamente eguale a quella d'un dato circolo. L'idea degli *infinitesimi* (§ 960 e 961) giova all'uopo per designare i mezzi coi quali si può appunto descrivere quello stesso quadrato, che sia il più possibile prossimamente eguale al circolo. Nè questo è subbietto di lieve importanza; chè ove si tratti di misurare estensioni di terreno a confini in alcuna parte segnati da linee curve, di sovente ricorre in AGRIMENSURA; e questa non ha stabili principii che dalla GEOMETRIA non discendano.

969. Le investigazioni poi sopra dimensioni, cui importi considerare o valutare come *infinite* (§ 962), ricorrono eziandio nelle prime elementari nozioni, avendosi subito occasione di collegare la posizione di alcune linee a cotale condizione. Per modo d'esempio, si stabilisce che due rette le quali s'incontrino, si toccano nel solo punto d'incontro e solo possono semprepiù divergere tra loro, ancorchè prolungate all'infinito. Ora questo è assioma e base di spesso a non poche dimostrazioni. Da' geometri s'usa più volentieri il vocabolo *indefinito*, e dicesi, per esempio, le due rette A B ed A C (fig. 60), che si tagliano nel punto O, se si prolunghino *indefinitamente*,

Fig. 60.

non potranno mai incontrarsi. Ma vale quanto dire *infinitamente*. Diffatto se si supponga che l'A B dopo 6 metri, al punto *m* come al punto *n*, si trovi lontana un metro dalla C D, dopo 12 metri si troverà lontana due metri, e più si prolungheranno amendue le linee, più si scosteranno: onde a ragione si può evidentemente affermare che, anco protratte all'infinito, non solo non si toccheranno, ma saranno lontane l'una dall'altra una quantità infinita. Perciò in casi somiglievoli, il termine indefinito significa più d'*indeterminato;* giacchè non esprime quantità che non vogliasi o non sappiasi determinare, ma quantità infinita, quale cioè non può essere determinata.

970. Dalla precedente considerazione intorno a due linee che, quanto più prolungate, si discostano tra loro, è facile passaggio a quella delle parallele, delle quali affermasi che, per quanto si prolunghino, conservano sempre eguale distanza tra loro. Infatti, invece di ammettere che ad ogni ulteriore lunghezza dell'A B (fig. 61) si trovi un ulteriore aumento nella sua distanza dalla C D, riterremo che questa distanza punto non si alteri; quindi

Fig. 61.

la troveremo eguale in *m*, come in *n*, come in qualunque altro punto dell'A B, prolungata all'infinito, perciocchè la C D (fig. 61) ne sia sempre all' identica distanza. Di più ancora. Noi possiamo, cioè, concepire una linea la quale s' accosti sempre più ad un'altra senza mai raggiugnerla, quantunque amendue si prolunghino all'infinito. Della quale linea (*assintoto*) può dare idea la figura 62. Da un punto O si figurino tracciate tante rette O 1, O 2, O 3 ecc., che taglino l'A B in modo che le porzioni di cotali rette al di là dell'A B sieno eguali tutte tra loro, come *p* 1, *m* 2, *n* 3 ecc. Al di qua ed al di là della *p* 1, loro punti estremi 2, 3, 4 ecc. s'inclinano sempre più sulla A B e sempre maggiormente vi si accostano; ma non potranno mai toccarla, perchè vogliamo la condizione di quella costante eguale lunghezza *p*1, *m*2 ecc. al di là dell'A B.

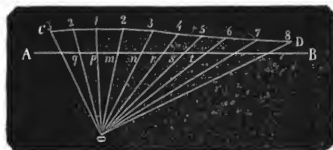



Fig. 62.

Dal detto punto O nulla impedisce di concepire infinito il numero di linee rette tirate sulla A B prolungata all'infinito, e che si protraggano di là dalla medesima sempre della stessa quantità *p* 1. Avremo così infinito il numero di punti 1, 2, 3 ecc., i quali potranno confondersi colla C D, linea che soddisferà alla condizione di accostarsi sempre più all' A B, senza mai incontrarla. Ma non conviene intrattenersi più oltre in queste investigazioni, per non mancare al precetto dichiarato al § 955, di non passare a verità incognite senza derivarle da altre conosciute.

[3] Significato d'alcuni vocaboli.

971. **Assioma** è verità evidente per se stessa, ossia palesemente incontrovertibile (o anche *una proposizione universalmente assentita*). Assioma è dunque una affermazione che non ha d'uopo d'essere dimostrata.

972. **Teorema** è una verità che diviene evidente per mezzo del ra-

gionamento (o in altri termini è *la prova evidente d'alcuna verità intorno al supposto, o già fatto, a differenza del problema, che propone anche il fare).*

973. **Postulato** è verità meno evidente dell' assioma, ma che può essere ammessa senza assoluta necessità di dimostrazione (ossia è *una proposizione che non ha veruna difficoltà nel mettersi in pratica, e ne'* teoremi o problemi *si assume come fondamento).*

974. **Problema** è quistione che hà d'uopo di soluzione (o *una proposizione per cui si chiede che si faccia un' operazione geometrica secondo le regole, e che si dimostri siccom'ella è stata fatta).*

975. **Lemma** è verità impiegata per preparare la dimostrazione di un teorema o la soluzione di un problema (o anche *proposizione che si assume come certa, o dimostrasi anteriormente al teorema o problema proposto).*

976. **Proposizione** è indifferentemente un *lemma*, un *teorema*, un *problema* (può definirsi *assunto o argomento che si mette in trattazione).*

977. **Corollario** è una conseguenza derivata da una o più *proposizioni* (ossia *aggiunto* o *conclusione che si ricava dalle cose dette prima*, e *s'aggiugne alla conclusione principale).*

978. **Scolio** è una osservazione sovra una o più *proposizioni*, tendente a farne conoscere l' estensione, i rapporti o l' utilità (o anche *operazione o nota che si riferisce a proposizione precedente).*

979. **Ipotesi** è una supposizione fatta nell'enunciato d'una *proposizione*, o nel corso d'una *dimostrazione* (vale *supposto, presupposizione).*

980. **Costruzione** in una proposizione, è la descrizione di quant'occorre per eseguire la soluzione di un *problema*, o per dar la traccia della *dimostrazione* d'un teorema (è pure *la figura o le linee che descrivonsi per la soluzione d'un problema).*

981. **Dimostrazione** è il ragionamento che prova necessariamente la proposizione (o anco *manifestazione* o *comprovazione della verità dell'esposto).* È consuetudine accennarne la conclusione colle tre lettere **C. D. D.** significanti — *come dovea dimostrarsi.*

982. **Coincidenza**. Quando due linee, o due superficie applicate l'una sull'altra, ossia esattamente sovrapposte, si confondono in modo da formare una linea sola o una sola superficie, dicesi che *coincidono.* La *coincidenza* adunque indica perfetta eguaglianza di figure, ed era necessario indicarlo, perchè, dapoi d'EUCLIDE, tutti i geometri dimostrano le prime proposizioni elementari col solo principio della *coincidenza*, o quanto dire *sovrapposizione.*

983. **Punto di contatto** è quello in cui una linea retta tocca una curva, oppure quello in cui due linee curve si toccano.

984. **Descrivere** significa tracciare o delineare una linea, una figura. Ora come si fa egli a *descrivere* una *linea*, per esempio, colla penna o col lapis, se non se facendo muovere sulla carta la punta del lapis o della penna secondo la direzione opportuna? Quindi *descrivere*, è geometricamente, l'azione di generare una estensione per mezzo del movimento d'un *punto*, d'una *linea* o d'una *superficie.*

985. **Dimensione** è nome generico che indica o la *lunghezza*, o la *larghezza*, o l'*altezza* ovvero grossezza d'un corpo.

986. **Direzione**. Un punto è sempre in *direzione* d' un altro ; ma un

terzo punto sarà in direzione coi due precedenti solo quando si trovi nella linea retta che li congiugne.

987. **Distanza,** geometricamente significa il più breve cammino da un punto all'altro, e quindi corrisponde alla linea retta che congiunga due punti. Se si tratti di distanza tra un punto e una linea, oppure tra un punto e una superficie, essa è rappresentata da una retta che dal dato punto sia perpendicolare a quella linea, o dalla data linea lo sia a quella superficie.

988. **Edra** esprime quella superficie piana di un solido, sulla quale di certa guisa un corpo a superficie piana può posarsi (da εδρα sede, base). Quindi *poliedro* il corpo terminato da più facce piane, e *tetraedro*, *pentaedro* ecc. i solidi composti di quattro, cinque ecc. facce eguali.

989. **Equi** seguito da angolo, come *equiangolo,* dicesi di figura che abbia tutti i suoi angoli eguali, come il quadrato ecc. Quando poi si paragonano più figure, diconsi *equiangole* se gli angoli dell'una sono rispettivamente eguali a quelli dell'altra. A ragione Giovanni D'ALEMBERT, perchè non nascesse equivoco, volea che nel primo significato s' usasse il vocabolo *equiangolare*, ed *equiangolo* nel secondo. Usasi poi dire *equidistanti* due punti quando sono ad eguali distanze da un terzo ecc.; *equilatere* le figure e solidi, i cui lati sono tutti della medesima grandezza.

990. **Estensione,** parte determinata dallo spazio assoluto (§ 963).

991. **Faccia** dicesi geometricamente ai piani che compongono la superficie di un poliedro: così que'sei piani che offre un dado non sono che le sei *faccie* che limitano il cubo (§ 988).

992. **Generazione** è l' azione dalla quale si concepisce descritta o creata una linea, una superficie, un volume; ciò che abbiam detto *descrivere* (§ 984).

993. **Grandezza** non vale altro geometricamente che quantità suscettibile di aumento o diminuzione. Questo vocabolo non significa ciò ch'è assolutamente *grande,* perchè questa idea è inesatta, come quella di *piccolo* considerato in senso assoluto. Qualunque quantità non è *grande* o *piccola* che in relazione ad altra quantità minore o maggiore cui si paragoni.

994. **Inclinazione,** secondo alcuni, vale quanto *angolo;* ma è inesatto, perchè una linea può fare un angolo con un' altra, senza essere inclinata sulla medesima: così la perpendicolare forma due angoli retti sulla linea che incontra, senza inclinare più da una parte che dall'altra della medesima: di quella guisa che una torre forma angolo retto col terreno orizzontale, quando è verticale, cioè quando non pende, ossia non ha inclinazione da alcuna parte.

995. **Sezione** è il luogo ove linee, piani ecc, si tagliano tra loro. La comune *sezione* di due *linee* è un *punto:* quella di due *superficie* è una *linea:* quella di due *piani* o di due *superficie piane* è una *retta.* Dicesi anche *sezione* la superficie interna che presenta un corpo quando è tagliato da un *piano.*

Similitudine esprime la relazione di due figure, o di due solidi *simili:* ma per *simili* si ritengono solo quando gli angoli sono eguali, ed i loro lati rispettivamente proporzionali.

996. **Soprapposizione,** da *soprapporre,* consiste nel supporre due figure applicate l'una sovra l'altra per dedurre se coincidano, ossia se le loro parti combacino insieme (§ 982).

Art. II. Definizioni.

997. Il **punto** è un segno nella quantità, senza veruna parte (§ 963). Dicesi anco *il confine, l'estremità della linea matematica.*

Si è detto che il punto non ha estensione. Nondimeno se gliene attribuisce una infinitesima nel senso della lunghezza, considerando il punto come generatore della linea. Quindi una serie di punti tra i due A e B (fig. 63), se siano estremamente vicini l' uno all'altro, o in numero indefinito, si confonderanno

Fig. 63.

A . . . . B

colla linea A————————B ; in altri termini, se il punto A si porti ad occupare il posto B, lasciando segnata la sua traccia, descriverà o meglio genererà la linea A B.

998. La **linea** *è una estensione in lungo senza veruna* larghezza: se terminata, i due *punti* in cui finisce sono i suoi *termini* (§ 963). Come si è detto del *punto* che genera la *linea*, così la linea genera la *superficie*. Infatti un numero indefinito di linee eguali tra l'A A , e la B B (fig. 64) si confonderanno colla *superficie* C C D D; in altri termini se la linea A A si porti ad occupare il posto B B, lasciando segnata la sua traccia, genererà la *superficie* C C D D.

Fig. 64.

A B C D
A B C D

999. **Retta linea** *è quella che tra i suoi* punti *si distende egualmente:* ossia quella in cui tutti i punti sono nella medesima direzione. Non vi è che una specie sola di linee rette, perchè uno solo può essere il più corto cammino da un punto ad un altro (§ 987).

1000. **Linea curva** *è quella in cui varii punti non sono nella stessa direzione.* Siccome d'infinite guise un punto può allontanarsi dalla sua direzione con altro punto, così hannovi infinite specie di linee *curve.*

1001. **Superficie** *è l'estensione in* lunghezza *e in* larghezza *senza* profondità: se terminata, i suoi *estremi* sono le linee in cui finisce, perciocchè superficie è uno spazio chiuso da una o più linee. Come il *punto* genera la *linea*, e la *linea* genera la *superficie;* così la superficie, come si vedrà di nuovo più innanzi, genera il *solido* (§ 984).

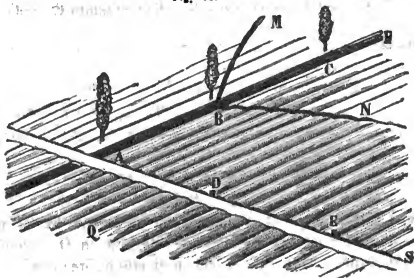
1002. **Piana superficie** *è quella su cui si può per ogni verso condurre una* linea retta *che vi appoggi tutti i suoi* punti. Sarà superficie **curva** quando applicandovi in tutti i sensi una linea retta non ne può contemporaneamente toccare tutti i suoi punti. Per ciò ch'è detto della linea *retta*, la *superficie* generata è piana come la C C D D (§ 998, fig. 64), perchè la linea C C nel passare in D D ha seguìto la traccia della linea retta C D. Quando invece un numero indefinito di linee rette E E, F F, G G, sieno

(fig. 65) disposte l'una vicinissima all'altra, secondo una linea curva E F G, comporranno la superficie curva E E G G; ossia se la linea G G si porti ad occupare il posto della E E percorrendo, e lasciando una traccia secondo la

Fig. 65.

linea curva G M F E, genererà la superficie G G M F E E. Per converso una linea curva *m n* O, scorrendo secondo la direzione della retta *m* P, avrebbe egualmente generata la stessa superficie *m* P Q O.

1003. **L'angolo** *risulta dall'inclinazione di due* linee *che s'incontrino in un punto, ma non sieno poste per diritto fra loro* La lunghezza delle linee nulla influisce sulla grandezza dell'angolo. L'angolo che il fosso A F (fig. 66) fa

Fig. 66.

colla strada A S è sempre lo stesso, tanto se il fosso sia lungo solo come A B o A C, ovvero la strada, lunga come A D o A E, rimanendo sempre l'angolo B A D come C A E, o F A S. Riguardando solo alle due linee A F ed A S che formano l'angolo A, chiamansi esse **lati** dell'angolo, e il punto A in cui s' incontrano chiamasi **vertice** dell'angolo. Questo poi si nomina con tre lettere, ponendo nel mezzo quella che sta al *vertice:* onde dirò B A D oppure C A E ecc. per esprimere il detto angolo A.

1004. **Angolo piano** *è quando le due* linee *sono nella stessa* superficie piana. Tale è il caso dell' angolo F A S nella precedente fig. 66, quando il fosso e la strada sono allo stesso piano F M Q S.

1005. **Angolo rettilineo** *è quando le due linee che lo contengono sono* rette, e **curvilineo** quando formato da due curve: **mistilineo** quando da una retta e da una curva. Nella fig. 66 l' angolo che fanno tra loro i due curvilinei fossetti M B e N B concorrenti nel fosso A F nel punto B, cioè l'angolo M B N è **curvilineo:** ma quello che ciascun fossetto fa col

fosso rettilineo principale, cioè l' angolo N B F, come l' angolo M B F sono **mistilinei**.

1006. **Perpendicolare** *è la linea che s'incontra in un'altra standovi sopra senza pendere più da una parte che dall'altra* (§ 994), cioè quella retta che cadendo sopra un altra retta, fa con essa due angoli eguali, che diconsi due angoli retti. La linea C D, fig. 67, è perpendicolare alla A B, perchè non pende nè verso A nè verso B; onde se i due estremi A e B o due altri punti qualunque *m* ed *n* sieno egualmente distanti da D, anche l'estremo C, o qualunque punto *r*, *s* della C D saranno egualmente distanti da quei punti A, B, ovvero *m*, *n*.

Fig. 67.

1007. **Angolo retto** è ciascuno degli angoli eguali che risultano di qua e di là dalla *perpendicolare* (§ 1006) Tali sono nella precedente figura gli angoli C D A e C D B.

1008. **Angolo ottuso** *è quello maggiore del* retto. Se si supponga la linea A B (fig. 68) snodata in D e si sollevi fino al punto C, onde si ponga

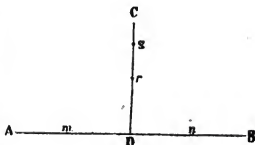
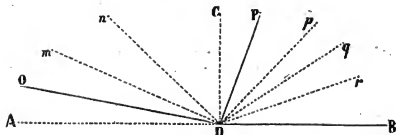



Fig. 68.

nella direzione C D, essa formerà (come nella precedente fig. 67) un angolo C D B che sarà *retto;* ma se si sollevasse solo sino in O, l'angolo O D B sarebbe maggiore del C D B retto, e chiamasi *ottuso*, qualunque poi sia la sua posizione, finchè non arriva in C; chè allora diviene perpendicolare, e forma l'angolo retto. Se però la stessa linea O D la considero rispetto alla sua prima direzione A D, essa forma con questa l'angolo *acuto* A D O, minore dell'A D C retto.

1009. **Angolo acuto** *è quello adunque minore del* retto (§ 1008). Se la A D, dopo passata per le inclinazioni O D, *m* D *n* D (figura precedente 68), oltrepassi la direzione perpendicolare C D e penda verso B, l'angolo P D B dicesi *acuto*, e divien sempre più minore del retto passando per D*p*, D*q*, D*r*. Perciò la linea snodata A D, stando nella direzione A D B, si confonde colla retta A B; elevandosi forma indefinito numero di angoli *ottusi* colla D B, finchè arriva nella direzione C D, ove si confonde colla perpendicolare, e procedendo forma indefinito numero di angoli *acuti* colla stessa D B, e sempre minori, finchè si confonde colla medesima.

1010. **Figura** *è l'estensione da uno o più termini circoscritta*. Qualunque superficie (§ 1001) chiamasi figura. Sarà figura *piana* una porzione qualunque di piano, terminato da linee qualunque; onde figure piane *rettilinee, curvi-*

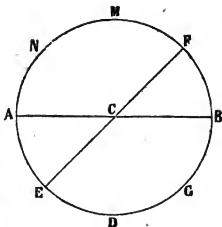
linee o *mistilinee*, secondo che i limiti o contorni che le racchiudono sono rette o curve o parte rette e parte curve (§ 964). Queste linee di limite o contorno, sono e diconsi i *lati* della figura. La somma di questi *lati* è ciò che chiamasi *perimetro*.

1011. **Cerchio** o **circolo** *è una* figura piana *compresa da una sola* linea curva *che ritorna in se stessa, in modo che tutti i suoi punti sono egualmente distanti dal punto di mezzo entro il piano della stessa figura.* Non bisogna confondere il circolo quando esprime una superficie, col *circolo* adoperato nel più ristretto senso della sua *periferia* in luogo del vocabolo *circonferenza.*

1012. **Circonferenza** o **periferia** *è quella linea curva che comprende il* circolo (§ 1011). La somma dei lati di una figura dicesi **perimetro** (§ 1010), quella invece delle figure composte di una somma infinita di lati, i quali costituiscono una sola linea curva (§ 960), dicesi *periferia.* **Isoperimetri** diconsi le figure d'egual *perimetro.*

1013. **Centro** *è quel punto medio del* circolo *da cui tirate tante linee rette alla* circonferenza *tutte riescono eguali tra loro.*

La figura 69 rappresenta un circolo, in cui la circonferenza è AEDG BFMN, e C il *centro.* Questo punto, oltre all'essere egualmente distante da qualunque punto della circonferenza, è pure il punto di *concorso* di tutti i *raggi,* ed il *punto di mezzo* di tutti i *diametri* del circolo.

Fig. 69.

1014. **Diametro** *è quella linea* retta *qualunque che passa pel centro* del circolo, e termina, *da ambe le parti opposte, nella* circonferenza. Nella stessa figura 69, AB come EF sono diametri, e così qualsiasi linea, che passi pel centro C e tocchi coi suoi estremi la circonferenza del circolo. Il **raggio** è la metà del *diametro;* nella medesima figura CA, CB, CE e CF sono tutti *raggi.*

1015. **Semicircolo** *è la metà della figura* del circolo, compresa dal diametro, e da una delle parti in cui esso divide la circonferenza. Nella suddetta fig. 69, ECFBGDE è un *semicircolo* compreso tra il *diametro* EF e la semicirconferenza EDGBF. Similmente AEDGBCA è un semicircolo contenuto dal diametro AB e dalla semiperiferia AEDGB; ed è pure semicircolo ACBFMN, che può esprimersi solo colle lettere AMB, e così ENF, ecc.

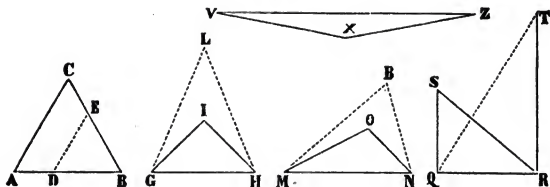
1016. **Rettilinea** *è ogni figura contenuta da linee* rette; *curvilinea,* se da linee curve, come si è detto sopra nel definire la figura (§ 1010).

1017. **Triangolo** *è la figura* trilatera *compresa da* tre *linee* rette: *queste rette si dicono lati del triangolo.* Se però i tre *lati* fossero linee curve, direbbesi triangolo *curvilineo*; e se parte linee rette, parte linee curve, *triangolo mistilineo.* Trigonometria è quella parte di Geometria che ha per oggetto i Triangoli.

1018. **Quadrilatera** *è la figura compresa da* quattro *linee* rette, cioè una figura terminata da quattro lati.

1019. **Moltilatera** *è la figura compresa da* più *linee* rette, cioè figura a molti lati.

1020. **Triangolo equilatero** *è la figura contenuta da* tre *linee* rette eguali, ossia che ha i tre *lati* eguali. Tale è nella fig. 70 il triangolo A B C,

Fig. 70

come l' altro D E B, perchè nel primo è A B = B C = C A, e nel secondo D B = B E = E D.

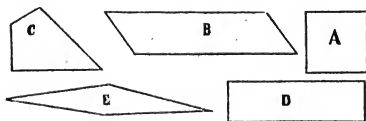
1021. **Triangolo isoscele** o **equicrure** *è quello che ha* due soli lati *eguali*. Quindi nella precedente figura il triangolo G H I è isoscele, perchè ha G I = H I, e lo è pure l'altro G L H dove G L = L H.

1022. **Triangolo scaleno** *è quello che ha i lati disuguali*. Tali sono, per esempio, i triangoli M O N e M B N nella antecedente figura.

1023. **Triangolo rettangolo** è quando uno degli angoli in essa figura trilatera, è retto. Nella stessa figura 70 il triangolo Q R S è rettangolo, perchè ha l'angolo retto S Q R; come è rettangolo il triangolo Q R T, che ha l'angolo retto Q R T.

Triangolo ambligono o più comunemente *ottusangolo* è quello che ha un angolo ottuso (§ 1008), come l'ha in X il triangolo X V Z.

1024. **Quadrato** *è la figura quadrilatera che ha eguali tutti* i lati, e

Fig. 71.

ciascun angolo retto (Vedi A fig. 71). Così nel quadrato come nel parallelogrammo dicesi **diagonale** la linea che unisce i vertici di due angoli opposti, quale alcuni chiamano anche *diametrale* della figura.

1025. **Rettangolo** *è la figura che ha tutti gli angoli* retti, *ma non eguali tutti* i lati (Vedi D figura suddetta 71). Il *quadrato* e il *rettangolo* si comprendono nella denominazione generica di *quadrilateri* (§ 1018).

1026. **Rombo** *è la figura che ha gli angoli* non retti, *ma eguali tutti* i lati (Vedi E figura stessa 71).

1027. **Romboide** *è la figura che non è* equilatera *nè* rettangola, *ma ha i lati* opposti *e gli angoli* opposti *eguali* (Vedi B figura stessa 71).

1028. **Trapezio** *qualunque figura* quadrilatera *che non ha alcuna delle condizioni precedenti* (Vedi C figura stessa 71). Alcuni però definiscono il *trapezio* per un quadrilatero, in cui sieno due lati paralleli.

1029. **Parallele** *sono quelle linee* rette *che, giacendo nella stessa* superficie piana, *ancorchè si prolungassero in infinito da qualunque parte, mai converrebbero insieme*, cioè nè da un lato nè dall'altro possono mai incontrarsi (§ 970 fig. 61).

1030. **Parallelogrammo** è qualunque figura quadrilatera, in cui i lati opposti sieno paralleli (Vedi B figura 71).

1031. **Poligono** esprime generalmente ogni figura piana terminata da linee rette, e dicesi poligono regolare quello, i di cui angoli e lati sono rispettivamente eguali. Se di tre lati, dicesi *triangolo;* se di quattro, *tetragono*, *quadrilatero* o *quadrato;* se di cinque, *pentagono;* di sei, *esagono;* di sette, *ettagono;* di otto, *ottagono;* di nove, *ennagono;* di dieci, *decagono;* di undici, *endecagono;* di dodici, *dodecagono;* di quindici, *quindecagono;* di venti, *icosagono*. Poligonometria è quel ramo di Geometria che ha per oggetto i poligoni in generale.

1032. Molte altre definizioni che si riferiscono a diverse figure di superficie e solidi saranno esposte più innanzi, ove cade in acconcio l'investigazione delle loro proprietà.

Art. III. Assiomi.

1033. Le cose *eguali* ad un' altra sono *eguali* tra loro.

Le linee, angoli, figure, che tra loro sovrapposte, esattamente e pienamente combaciano, sono eguali tra loro. Viceversa le quantità che sono eguali, perfettamente combaciano (§§ 982 e 986).

1034. Alle cose *eguali* se sieno aggiunte o tolte altre *eguali*, o una medesima comune a quelle, gli aggregati o residui rimangono *eguali*.

1035. Alle *diseguali* aggiugnendo o detraendo cose *eguali*, gli aggregati o residui risultano *disuguali*.

1036. Le cose che sono il *duplo* o la *metà* di una medesima o di *eguali* cose, sono pure tra loro eguali.

1037. Il *tutto* è maggiore di qualunque sua *parte*.

1038. Il *tutto* è eguale alla somma delle sue *parti*.

1039. Gli angoli *retti* sono tutti *eguali* tra loro.

1040. Due linee *rette* non comprendono tra loro alcuno *spazio*.

1041. Due linee *rette*, incontrandosi in un punto, si segano, nè vanno insieme per verun tratto di lunghezza, ma subito si separano tra loro.

Tutte le scienze offrono verità evidenti e indisputabili, che potrebbero dirsi assiomi, e tali chiamò Isacco Newton le leggi del moto, e Francesco Bacone i principii generali direttamente ottenuti dall'osservazione e consta-

tati dalla esperienza. Ma gli assiomi matematici sono realmente i soli su cui non possa nascere controversia ; non tutti però sono evidenti appena enunciati e suppongono l' esatta definizione dell' oggetto principale cui si riferiscono. Tali sono per esempio quelli dei §§ 1039, 1040 e 1041.

Art. IV. Postulati.

1042. L'agronomo volenteroso di conoscere i principii elementari di Geometria, dee sapere concepire le seguenti idee, le quali parrebbero *dati*, perchè nulla ripugna ad ammetterli. Ma se *dato* equivale a supposizione ammissibile, d'ordinario è adoperato ad esprimere condizioni o accidenti noti di un problema , quali servono di mezzo alla soluzione ricercata ; quindi per quelli, di cui è questione, è preferibile il vocabolo di POSTULATI (§ 973), tra cui sono da memorare i seguenti:

1043. Immaginare in un piano qualunque o nello spazio il punto come segno senza alcuna grandezza o dimensione.

1044. Da qualunque punto ad un altro qualsivoglia, si può sempre tirare una linea retta.

1045. Qualunque linea si può prolungare quanto si voglia.

1046. Da qualunque punto, come centro , con qualunque intervallo che determini il raggio, cioè la distanza della circonferenza dal centro, si può descrivere un circolo.

1047. In una linea si può sempre determinare la lunghezza d' un' altra minore, o prolungandola (§ 1045) renderla eguale ad una maggiore.

1048. Una figura si può sempre concepire soprapposta ad un'altra, per conoscere se con essa combacia.

1049. Una figura si può sempre immaginare che faccia un giro intorno a sè medesima , come ruotando sopra un suo punto, preso come centro , o anche scorrendo sopra o lungo una linea. Si può inoltre supporre di piegarla lungo una linea per indagare se le parti in cui piegasi, sovrapponendosi coincidono.

SEZIONE II.

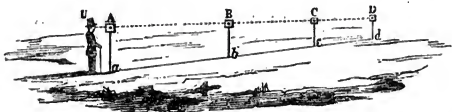
Geometria delle linee.

Art I. Linea retta — II. Preliminari sul circolo — III. Angoli — IV. Parallele e Perpendicolari — V. Misura delle linee ecc.

1050. Oltre le divisioni addietro accennate, la GEOMETRIA dividesi anco in PIANA e SOLIDA: questa da alcuni dicesi anche geometria nello spazio. La presente Sezione e la III fanno parte della GEOMETRIA PIANA, la IV della SOLIDA.

Art. I. Linea retta.

1051. **Retta.** *Tra due punti si ponnò condurre infinite linee, ma soltanto una* RETTA *ch'è la più corta di tutte* (§ 987). Se ho da descrivere una linea che congiunga sul terreno i punti *a* e *d* (fig. 72), dopo chè avrò fissato

Fig. 72

le biffe A e D sui dati punti *a* e *d*, fisserò nel mezzo le altre B e C, a modo che guardando da U, e infilando col raggio visuale dell'aste A e D, le altre B e C vengano da queste coperte. È ben naturale che A e D deono essere perfettamente a piombo sopra *a* e *d*, e similmente i punti *b* e *c* lo deono essere sotto B e C. E questo artificio si fonda sulla proprietà che appunto hanno i raggi visuali di giugnere all'occhio per la linea più breve, cioè nella direzione della linea retta.

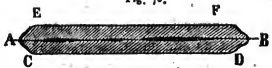
1052. **Teorema** I. *Due rette che abbiano due punti comuni* *b* e *c* (fig. suddetta 72), *coincidono in tutta la loro estensione.* Se *a b c* sia una delle due linee, e *d c b* l'altra: dico che prolungando quella prima, essa dee passare pel punto *d*, cioè coincidere anche pel tratto *c d* colla *d c b*: e similmente la *d c b*, prolungata, deve passare pel punto *a*: cioè coincidere pel tratto *a b* colla *a b c*.

Dimostrazione. Se infatti l'*a b c* concorresse in un altro punto fuori di *d*, vi sarebbero allora, e da questo nuovo punto e dal punto *d*, due *rette*, cioè due linee le più brevi possibili; lo che sarebbe assurdo, perchè tra due punti una sola retta si può condurre (§ 1051).

1053. **Corollario.** *Due punti bastano per determinare una linea retta.* Dal punto A (fig. 72) può l'uomo U guardare a infinite direzioni, e determinare la traccia d'infinite linee rette: ma quando abbia fissata un'altra biffa, per esempio in B, non può disegnare che la linea la quale coincida coll'A D, ossia *a d*.

1054. **Problema** I. *Come si può tracciare una linea retta?*

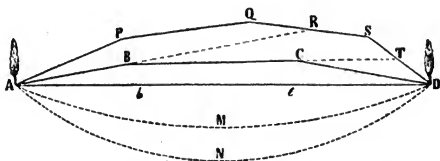
Se nella carta, si fa uso della *riga*; se ne'mestieri, del *regolo*; se nel terreno, dello *spago* teso tra i due estremi della linea da tracciare. Per assicurarsi della dirittezza dell'orlo della riga, si ragguarda con un solo occhio da un capo lungo quel filo. Per maggior sicurezza colla *riga* C D (fig. 73) si traccia per esempio l'A B, poi si volta sottosopra la stessa riga, come se fosse girevole attorno l'A B; e quando ha preso la posizione E F, se il suo orlo coincide colla tracciata

Fig. 73.

linea, se ne dedurrà ch'essa è retta. Che se vi fosse la minima deviazione, l'errore divien doppio e riesce sensibilissimo, come vedesi nella citata figura. La quale avverte ancora, che la vera linea retta sarà quella che dividerà in parti eguali lo spazio compreso tra le divergenze apparenti. Pel regolo, vale analogo artificio, e quanto al modo di adoperare lo *spago* o *fune* sarà più acconcio discorso nel IV Libro.

1055. La *distanza* tra due punti è la *lunghezza* della retta che li congiugne analogamente alla sua definizione § 987.

1056. **Teorema** II. *La linea spezzata condotta fra due punti è sempre più lunga d'altra linea spezzata condotta dalla stessa parte e che sia inviluppata da quella.*

Se invece di condurre l'A D pe' punti *b* e *c* (fig. 74), si fosse con-

Fig. 74.

dotta pe' punti B e C, la retta diverrebbe una linea *spezzata* A B C D, ch' è convessa all'infuori; se si fosse tracciata pe' punti P, Q, S, si avrebbe pure altra spezzata A P Q S D, convessa ed *inviluppante* l'A B C D.

Dimostriamo che l'A P Q S D è $>$ A B C D.

Costruzione. Prolunghiamo l'A B (§ 1045) sino a toccare l' inviluppante A P Q S D nel punto R, e la B C sino a toccare la stessa inviluppante in T.

Dimostrazione. Sarà la linea A R ossia $AB + BR < AP + PQ + QR$, perchè tra i due punti A ed R la linea più corta è la retta A R: dunque

avremo $\quad AB + BR < AP + PQ + QR$

similmente $\quad BC + CT < BR + RS + ST$

ed infine $\quad CD < CT + TD$

Sommando queste ineguaglianze, membro per membro, si ha (Cap. V)

$$AB+BR+BC+CT+CD<AP+PQ+QR+BR+RS+ST+CT+TD$$

Sopprimendo i termini comuni B R e C T, sarà

$$AB + BC + CD < AP + PQ + QR + RS + ST + TD$$

ed essendo $\quad QR + RS = QS$ e $ST + TD = SD$, avremo

$$AB + BC + CD < AP + PQ + QS + SD.$$ **C. D. D.**

1057. **Corollario.** Se l'*inviluppante* e la *inviluppata* fossero linee spezzate, composte d'infinito numero di lati, come l'A N D e l'A M D, ha luogo lo stesso teorema, come è facile analogamente dimostrare. E siccome le curve ponno paragonarsi a linee spezzate composte d'infiniti lati (§ 960), così resta dimostrato questo teorema anco per le curve di qualunque ampiezza, condotte da due punti, semprechè sieno confrontate a una retta o ad altre curve in egual senso convesse.

Art. II. Preliminari nozioni del circolo.

1058. **Linea curva**. Qualunque linea, nella quale tre punti fra loro estremamente vicini, non sono nella stessa direzione, è una *linea curva*. Ossia curva è quella linea di cui la più minima porzione non è rigorosamente retta. Tutto ciò collima colla sua definizione (§ 1000).

1059. **Circolo**. È detto che intendasi per circolo e per circonferenza (§§ 1011 e 1012). Ma siccome la linea che forma la circonferenza del circolo è la più perfetta tra le curve, così è d'uopo farsene idea ben distinta. Dato in un piano un punto A distante dal punto P nello stesso piano d'una determinata lunghezza A P, se vogliamo conoscere quanti altri punti nello stesso piano soddisfano a quella condizione di essere come A egualmente distanti dal punto P, troveremo una serie infinita di punti che compongono la circonferenza A D B O (fig. 75). E questa linea o circonferenza di spesso si chiama essa pure circolo (§ 1011).

Fig. 75.

1060. **Arco di circolo** chiamasi qualunque porzione di circonferenza, e tale sarebbe F O G ecc.

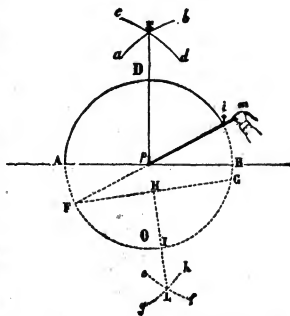
Corda. La linea F H G sarebbe la *corda* di quell' arco, e dicesi la *corda* F H G *sottende* l'arco F O G, oppure l' arco F O G è *sotteso* dalla *corda* F H G. La *corda* sottende sempre due archi, perchè F H G tanto è corda dell'arco F O G come dell'altro F A D B G. Quando in un circolo questi due archi sono eguali, allora la *corda* si confonde col *diametro*. Così A B può considerarsi come *corda* degli archi, ossia delle semicirconferenze A D B e A O B.

1061. **Saetta** è la linea che dal punto di mezzo della corda s'eleva perpendicolare sino alla periferia, cioè la H O è una *saetta*.

Segmento di circolo è la figura racchiusa da una retta e da porzione di circonferenza, ossia da arco di circolo, come F O G H F.

Settore di circolo è una figura compresa da due raggi o semidiametri e l'arco frapposto tra i medesimi, come P A F.

1062. **Problema II. Descrivere un circolo.**

Costruzione. Il punto P, nella figura stessa 75, è il suo centro, e la fune o spago P *m* indica per qual modo si disegna sul terreno: la punta o chiavardella *i* segna quella distanza A P, e girando lo spago attorno al punto P, cui è fissa una sua estremità, mediante l'azione della

mano *m* che la fa muovere, tendendolo sempre egualmente all'altro estremo, il chiodetto *i* descrive o traccia in terra la serie di punti di numero infinito ed affatto contigui, pei quali si compone il circolo. Del quale la figura suppone già tracciata la porzione da A fino in *i*, e nota il *luogo geometrico*, mediante la punteggiata *i* B G O F A, che sarà percorso dalla punta *i* nel resto del suo giro, per arrivare in A. Per le date definizioni (§ 1014) P *i* rappresenta il raggio, F *i* il diametro, come D P, A P e B P son pure raggi, A B un altro diametro. Quella lunghezza P *i* deve essere invariabile, dunque i raggi sono tutti uguali, e perciocchè i diametri sono il doppio de' raggi, saranno essi pure eguali tra loro.

1063. **Compasso.** Questo strumento semplicissimo, suol dirsi anche *sesta*, e nella sua forma più comune serve in ispecie a descrivere cerchi. Esso pone in evidenza l'astrazione che si fa dalle dimensioni di larghezza e profondità delle linee. Infatti le due punte del compasso null'altro esprimono che una linea priva di qualunque dimensione, in fuori della lunghezza, la quale è anzi considerata solo negli estremi da cui è limitata. Non dirò più oltre in questo luogo d' uno strumento a tutti notissimo. Rileverò solo per ora che, posta una punta nel luogo stabilito per centro, tanto descrivesi la circonferenza, facendo girare attorno l'altra punta del compasso, quanto facendo invece muovere e girare attorno alla punta ferma del compasso stesso sia la carta, sia il piano qualunque su cui voglia descriversi. Se adunque avremo due punti A e P (fig. 75), dati in un piano, e suppongasi il piano girare attorno all'uno di essi, per esempio P, il piano verrà ad incontrare l'altro punto A, in una serie di punti che formano la circonferenza del circolo attorno quel punto P, descritto con raggio A P. Il quale è pure l'artificio in pratica adoperato dai tornitoi e vasai da stoviglie.

1064. **Teorema** III. *I circoli descritti con uguali raggi sono uguali tra loro.*

Dimostrazione. Di fatto sopraponendoli l'uno all'altro (§ 996) coi centri pure esattamente sovrapposti, se l'uno di essi avesse la circonferenza al di fuori, in qualunque punto *m*, per esempio, della antecedente figura, siccome la lunghezza P *m* sarebbe quella del raggio, e si è supposto che i raggi sieno eguali, così dovrebbe essere P *m* = P *i*, lo che sarebbe assurdo. Tutti i punti delle circonferenze de' circoli d'egual diametro o raggio, ch'è lo stesso, devono coincidere tra loro, e per conseguenza sono eguali. **C. D. D.**

Corollario. Come tra due punti non si dà che una retta, così data una retta non si dà che un circolo, e per tracciare una circonferenza eguale ad altra data, basta impiegare lo stesso raggio. Facendo girare attorno il centro comune due circoli eguali, ancorchè girino in senso opposto, le loro circonferenze coincidono sempre in tutti i loro punti. Questa proprietà fra tutte le curve è sola esclusivamente del circolo.

1065. **Teorema** IV. *Gli archi eguali (nello stesso circolo o in circoli eguali) sono sottesi da corde eguali.*

Dimostrazione. Suppongasi altro circolo sovrapposto a quello della figura precedente. Pel § 1064 tutti i punti delle due circonferenze coincidendo tra loro, dovranno pure coincidere quelli, per es., dell'arco F O G (fig. 76), e così combaciandosi i punti F G coi loro corrispondenti, ed essendo essi gli

estremi della corda F H G, come della corda dell' arco sovrapposto, anche le stesse corde dovranno combaciare tra loro, cioè essere eguali.

Se nel circolo C (fig. 76) siano le due corde A B ed A D; quando gli archi A M D ed A N B, da quelle corde sottesi, sono eguali, anco le corde medesime sono eguali tra loro. Infatti. s'io facessi ruotare il circolo C attorno al suo centro C, quando il punto A fosse pervenuto in D, se que'due archi sono eguali, il punto B sarebbe giunto in A: laonde i punti estremi degli archi eguali coincidendo tra loro, le corde che sono le rette onde que' punti estremi si congiungono essendo ambedue le linee più corte che possono tirarsi fra eguali punti, nonponno essere che eguali **C. D. D.**

1066. **Teorema** V. *Ne' circoli eguali o nello stesso circolo, a maggiori archi corrispondono corde maggiori.*

Spiegazione e costruzione. Se l' arco A M F (fig. 76) è maggiore dell'arco A M D, la corda A F sarà maggiore della A D. Si descriva il raggio C D che taglierà la corda A F in un punto S, e dipiù il raggio C F che congiugne il centro C col punto estremo F della corda A F.

Dimostrazione. Considerando i due punti A e D, estremi della corda A D, e dipoi i punti A ed F, estremi della corda A F, per la ragione che la retta tra due punti è la più corta linea di tutte (§ 999 e 1051), avremo:

$$AD < AS + SD, \text{ e così } CF < CS + SF:$$

Sommando queste ineguaglianze sarà

$$AD + CF < AS + SD + CS + SF;$$

ma $AS + SF = AF$, ed $SD + CS = CD$,

quindi sarà $AD + CF < AF + CD$:

da cui levando C F e C D, perchè raggi dello stesso circolo onde eguali, rimarrà $AD < AF$, appunto **C. D. D.**

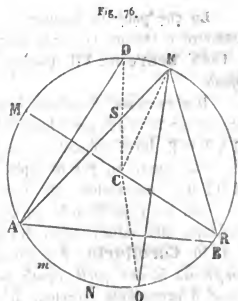
Avvertenza. In questo Teorema si suppone sempre di paragonare tra loro gli archi, o maggiori o minori, sottesi dalle corde le quali, come si disse (§ 1060), sottendono sempre due archi.

1067. **Corollario.** In forza della dimostrazione precedente a *maggiori corde corrispondono maggiori archi, e a corde minori archi minori*; sempre nel supposito dello stesso circolo o di circoli eguali, e riguardando agli archi sottesi dalla stessa parte, cioè paragonando i maggiori coi maggiori, e i minori coi minori.

1068. **Teorema** VI. *Il diametro è la corda maggiore.*

Spiegazione. Sia nella figura precedente una corda F R, oppure F O: ognuna di esse sarà sempre minore del diametro M R.

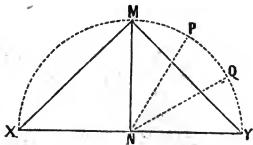
Costruzione. Dal centro C si conducano i raggi C F e C R alla corda F R: oppure C F e C O all'altra corda F O.

Dimostrazione. La prima corda F R essendo la retta che congiugne i

1074. **Angoli.** Nel punto di loro incontro due linee fanno quattro angoli. Nella precitata figura scorgonsi in O i quattro angoli fatti dalle due A B ed E D. Quando queste rette terminassero ambedue nel loro punto d' incontro in O, formerebbero un solo angolo, che per indicare, in questo caso, è sufficiente esprimere colla sola lettera che è al *vertice,* cioè con O. Ma nel caso della continuazione delle linee al di là del loro incontro, i quattro angoli sono A O E, A O D, DOB e B O E, e si dinotano ponendo sempre la lettera ch'esprime il vertice, in mezzo a quelle che specificano i lati.

1075. **Angoli adiacenti.** Sono quelli come A O D e D O B formati da una retta D O che cada sovra un' altra A B con qualunque inclinazione.

1076. **Angoli opposti al vertice.** L'angolo A O E e l'angolo D O B sono detti *opposti al vertice* tra loro, come lo sono pure tra loro gli altri due E O B ed A O D.

1077. **Angoli retti.** Se abbassando una perpendicolare M N sopra una data linea X Y (fig. 78), non inclini più da una parte che dall'altra, essa chiamasi perpendicolare, perchè forma due angoli retti eguali, che saranno X N M ed Y N M (§ 1006). Supponghiamo che la M N sia lunga quanto l' N Y, e questa eguale alla N X; inoltre che la N M fosse prima soprapposta alla N Y, ed elevandosi sino in M abbia descritto col punto M l'arco Y M, e dipoi, proseguendo sino a confondersi colla N X continui a tracciare l' arco M X sino in X. Evidentemente l'arco X M Y può considerarsi come descritto da un raggio eguale ad N M attorno ad un punto N; onde il detto arco è una semicirconferenza di un circolo che ha per centro N e per raggio N M = N Y = N X.

Fig. 78.

1078. **Gli angoli retti** *sono misurati dal quadrante del circolo.* Nella stessa figura, perchè la N M sia perpendicolare alla X Y non deve pendere o essere inclinata più verso X che verso Y, nè viceversa (§ 1006); vale a dire la sua estremità M deve essere egualmente distante dai punti X ed Y, posti egualmente lontani da N. Dunque dovranno essere eguali le due rette M Y ed M X. Ora queste sono due corde in uno stesso circolo, ed essendo eguali, loro corrispondono archi eguali (§ 1065). Ne consegue che il punto M divide in giusta metà la semicirconferenza X M Y, cioè ne' due *quadranti* M Y ed M X.

1079. **Complemento e Supplemento degli angoli.** Supponendo come sopra che la M N da N Y avesse girato intorno al punto N sino a confondersi colla N X, essa avrebbe come compiuti due angoli retti: e se il *quadrante* indica l'angolo retto, il suo doppio, cioè l' intera semiperiferia, corrisponderà alla somma de' due angoli retti.

Invece suppongasi la linea M N essersi sollevata dalla N Y solo sino nella posizione N Q. Essa formerà colla N Y l' angolo acuto Q N Y, e gli manca tutto l'angolo Q N M per essere eguale ad un angolo retto, mentre gli manca tutto l' angolo Q N X per eguagliare la somma di due angoli retti. Quel primo angolo Q N M, mancante per compiere il retto, dicesi

complemento dell'angolo Q N Y: l'altro Q N X mancante per comporre i due retti dicesi *supplemento*. Se la linea fosse nella direzione P N, il *complemento* dell' angolo P N Y sarebbe l' angolo P N M, e ne sarebbe *supplemento* l'angolo P N X. Se l'angolo è retto, il *supplemento* è pur angolo retto.

1080. **Teorema** VIII. *Gli angoli opposti al vertice sono eguali.*

Dimostrazione. Nella figura penultima 77 possiamo considerare la O D che formi l'angolo acuto D O B sull'A B, del qual angolo è *supplemento* l'angolo A O D. Dipoi consideriamo l'angolo E O A, che la linea A O fa sulla E D, e di quest'angolo E O A troviamo ch' è *supplemento* lo stesso angolo A O D. Dunque avremo D O B + D O A = E O A + A O D, perchè ciascun angolo unito al suo *supplemento* equivale a due angoli retti (§ 1079). Ma D O A = A O D, perchè è lo stesso angolo; dunque resta D O B = E O A, cioè i due angoli al vertice sono eguali. Lo stesso vale considerando gli altri due angoli A O D ed E O B, perchè si ha A O D + A O E = E O B + A O E; dunque A O D = E O B, **C. D. D.**

1081. **Teorema** IX. *Gli angoli stanno tra loro come gli archi descritti da uno stesso raggio.*

Spiegazione. Dovendo dividere un circolo, come A B (fig. 79) e farne sei spazi triangolari eguali come A C D, D C E ecc. tutti i giardinieri sanno che per tirare i tre diametri AB, EF, D G, conviene dividere in 6 parti eguali la circonferenza A D E B G F A.

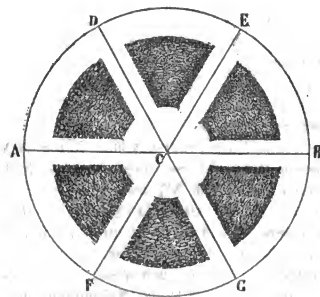



Fig. 79.

Dimostrazione. Se noi supporremo che quel circolo giri attorno al suo centro C, e l'arco D E prenda il posto dell' arco A D, essi archi essendo eguali, il punto D coinciderà col punto A, e il punto E sarà dove prima era il punto D. Ora da questi punti non si ponno tirare altre rette al punto C se non le identiche all' A C ed alla D C: quindi l' angolo D C E sarà evidentemente eguale all' angolo A C D. Così può dimostrarsi dell'angolo E C B, e dipoi degli altri tre, perchè opposti al vertice (§ 1058) ai precedenti. Se l'angolo A C D è eguale all'angolo D C E, sarà metà dell' angolo A C E, che li comprende tutti e due. Quindi l' angolo A C D starà all' angolo A C E :: 1 : 2. Ma lo stesso avviene de'corrispondenti archi che A D : A E :: 1 : 2 : dunque que' due angoli stanno fra loro come i rispettivi archi. Invece di supporre la divisione anzidetta in 6 archi, si può fare di un numero maggiore, e la stessa evidenza risulta per maggior numero d'archi, e corrispondente numero d'angoli. Dunque ecc. **C. D. D.**

1082. **Corollario**. *Nello stesso circolo, o entro circoli eguali, gli archi compresi tra i lati degli* angoli al centro *stanno tra loro come gli angoli medesimi.*

Avvertenza. *Angolo al centro* si chiama qualunque angolo il cui vertice sia nel centro d'una circonferenza.

1083. **Problema** III. *Fare un angolo eguale ad altro angolo dato.*

Spiegazione. Abbiasi l' angolo C A B (fig. 80), e se ne voglia costruire un eguale sulla linea A D.

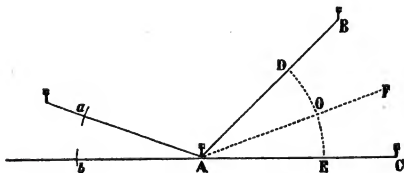
Fig. 80.

Costruzione. Si prende una lunghezza sulla A C, per esempio, come A *b*, e si nota anche sull'altro lato A B in *a*. Con apertura di compasso o pure collo spago lungo quanto A *b*, fatto centro in D, si descrive un arco di circolo come *d e*. Di poi, misurata la distanza dal punto *b* al punto *a*, si fa eguale dal punto *d* al punto *e* dell'arco descritto. Conducendo una retta D E che dal punto D passi pel punto *e*, l'angolo in D sarà eguale al dato angolo in A.

Dimostrazione. Se effettivamente si descrivesse con raggio A *b* un arco di circolo, esso passerebbe pei punti *b* ed *a*, perchè A *b* = A *a*. L'arco *b a* sarebbe eguale al descritto *d e*, perchè le distanze tra *a* e *b*, come tra *d* ed *e* sono eguali, ed essendo esse le *corde* de'due archi *b a* e *d e*, anche questi archi sono eguali. Ma ad archi eguali di eguali circoli corrispondono angoli al centro eguali (§ 1082). Dunque l'angolo D è eguale al dato angolo A, **C. D. D.**

1084. **Problema** IV. *Fare un angolo eguale alla somma di due angoli dati.*

Spiegazione. È lo stesso come se, avendo l'angolo F A C (fig. 81), si dovesse raddoppiare costruendo l' altro angolo B A F.

Fig. 81.

Costruzione. Fatto l'angolo F A C, eguale all'angolo dato *a* A *b* (§ 1083), fatto centro in A, si descriva con raggio qualunque l'arco E D, e misurato E O = O D si conduca l'A B che parta dal vertice A e passi per D. L'angolo B A C è l'angolo ricercato.

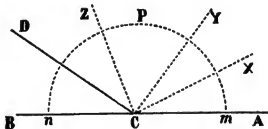
Dimostrazione. Pel problema precedente l'angolo B A F è eguale all'angolo F A C, eguale all'angolo dato *a* A *b*. Dunque l'angolo B A C = B A F + F A C = 2 F A C, cioè al doppio dell'angolo dato, **C. D. D.**

1085. **Teorema** X. *La somma di due angoli adiacenti è eguale a due angoli retti.*

Dimostrazione. Questo è evidente (§ 1079), essendo l'uno complemento dell'altro.

1086. **Teorema** XI. *Due angoli che hanno un lato ed un vertice comune, quando insieme eguaglino la somma di due angoli retti, hanno gli altri due loro lati in linea retta.*

Costruzione. Siano i detti angoli D C B e D C A (figura 82). Fatto centro in C con raggio ad arbitrio C *n*, descrivasi l' arco *m* P *n*. Dico che, se i due angoli presi insieme formano due angoli retti, i loro lati B C e A C compongono una linea retta.

Fig. 82.

Dimostrazione. Infatti l' arco *m* P *n* (se i due angoli eguagliano la somma di due retti) dovrà essere eguale a due *quadranti*, cioè ad una semicirconferenza (§ 1081). Dunque la *m n*, che è la corda di quest'arco, non può essere che un diametro, e passerà per il centro: quindi *m* C e C *n*, ed in conseguenza A C e C B sono in linea retta, **C. D. D.**

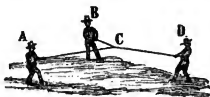
1087. **Teorema** XII. *La somma di tutti gli angoli formati da una parte di una linea retta, con vertice in un punto della medesima, eguaglia sempre la somma di due angoli retti.*

Dimostrazione. Riesce evidente dalla prec. figura 82, che tutti gli angoli B C D, D C Z, Z C Y, Y C X ed X C A hanno per misura rispettiva di ciascuno tante porzioni della semicirconferenza *m* P *n*, e quindi equivalgono alla somma di due retti, cui appunto il totale della semicirconferenza corrisponde. Dunque ecc., **C. D. D.**

1088. **Teorema** XIII. *La somma di tutti gli angoli che ponno formarsi attorno ad uno stesso punto, equivale a quattro angoli retti.*

Dimostrazione. È pur questo evidente, perchè quanto è dimostrato per la semicirconferenza, dee valere anco per l'altra metà del circolo. Siccome adunque, unite assieme le due semicirconferenze, pel Teorema precedente rappresenteranno la somma di due volte due angoli retti, quindi a quattro angoli retti equivalgono tutti gli angoli formati attorno a un punto, giacchè attorno al medesimo si può sempre descrivere una intera circonferenza, **C. D. D.**

Applicazione. Suppongasi che tre forze A, B, D (fig. 83) o, come direbbesi in meccanica, tre potenze sieno applicate al punto C, ossia lo traggano per modo che niuna d'essa prevalga. Se saranno eguali tra loro, converrà che gli angoli A C B, B C D e D C A sieno eguali. Quindi sapremo che ciascun d'essi deve essere di 120 gradi. Nel caso che le potenze fossero

Fig. 83.

diseguali, e che, per ragione di equilibrio, le direzioni dovessero perciò disporsi formando diseguali angoli tra loro, conoscendo due de' medesimi sarà, pel Teorema precedente, rilevata agevolmente l'ampiezza del terzo. Ma l'importanza di quest' applicazione sarà meglio pel VII Capitolo manifesta.

Art. IV. Preliminari sulle Perpendicolari, le Oblique e le Parallele.

[1] Perpendicolari ed Oblique.

1089. **Teorema** XIV. *In qualsiasi punto d'una retta non si può elevare, più d'una perpendicolare.*

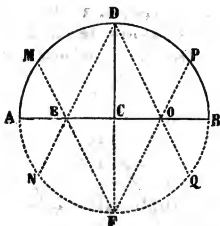
Costruzione e spiegazione. La data linea sia A B (fig. 84), e il dato punto C; con raggio C B descrivasi l'arco A D B. Su quel punto C non può elevarsi che una sola C D perpendicolare all'A B, e non mai alcun'altra.

Dimostrazione. La C D forma i due angoli adiacenti D C B e D C A eguali (§ 1006); perciò gli archi A D e D B, saranno eguali (§ 1078, 1082), e il punto D sarà il mezzo della semicirconferenza A D B. Siccome non havvi che un punto che possa dividere un arco qualunque in due parti eguali, perciò non havvi che una sola retta che possa passare per quel punto D e il dato punto C: dunque non può elevarsi sopra C che una sola perpendicolare, **C. D. D.**

1090. **Teorema** XV. *Da un punto fuori di data retta, non può abbassarsi sulla medesima che una sola perpendicolare.*

Costruzione. Dal punto D (fig. 84) debbasi abbassare la perpendicolare D C. Suppongo che potesse abbassarsene altra D E. Se la figura giri attorno alla linea A B (come attorno ad un asse) sino in F, si avrà C F eguale a D C. Si congiunga il punto E con F, mediante la E F. Indi si prolunghi l'E F sino in M, e la D E sino in N, e si compia il circolo A F D B.

Fig. 84.

Dimostrazione. Per la supposizione che la metà A D B della figura si pieghi o giri sull'A B in modo che il punto D combaci il punto F, la E D coinciderà coll' E F, e se D E C è angolo retto, dovrà esserlo pure l'angolo C E F. Quindi sarebbe retto l'angolo N E C (adiacente e *supplemento* del retto D E C, § 1079) e retto pure C E F, cioè il tutto eguale alla parte, lo che è assurdo. D'altronde, siccome quando due rette dalla medesima parte comprendono due angoli retti, esse linee compongono una sola retta (§ 1086): quindi la D E e la E F non potranno mai comprendere due angoli retti, che confondendosi in una sola retta, **C. D. D.**

1091. **Teorema** XVI. *La perpendicolare abbassata da un punto sopra una linea retta è più corta di qualunque altra.*

Dimostrazione. Nella precedente figura 84, la linea D F sarà sempre più corta delle due D E ed E F (§ 1056), cioè D C + C F sarà minore di D E + E F. Ma D O = O F e D E = E F (perchè la figura A F B non è (§ 1090) che l'A D B che gira sull'asse o linea A B): dunque come D C è la metà di D F, così è D E metà di D E + E F. Perciò, se l'intera D F era minore dell'intera D E + E F, anche la metà della D F, cioè la D C sarà minore della metà della D E + E F, ossia la perpendicolare D C sarà minore dell'obbliqua D E, **C. D. D.**

Corollario I. La perpendicolare perciò, da un punto abbassata sopra una linea, misura la vera distanza tra il punto e la retta medesima.

Corollario II. La retta la più corta che possa condursi da un punto ad altra retta indefinita, sarà perpendicolare alla medesima.

1092. **Teorema** XVII. *Se da un punto fuori d' una retta si conducano linee* obblique, *le quali incontrino la retta in due punti egualmente distanti da quello su cui s'eleva la perpendicolare, le due* obblique *sono eguali.*

Costruzione. Sia la stessa retta A B (fig. 84) sulla quale dal punto D sieno abbassate le obblique D N e D Q, che incontrino l'A B in due punti E ed O, egualmente distanti dal punto C, in cui la perpendicolare D C incontra l'A B.

Dimostrazione. Se il punto O è lontano dal punto C quanto lo è il punto E, supponendo che la figura, quant'è la sua metà D A F, giri intorno la D F (§ 1049), il punto E coinciderà col punto O; quindi la D O avrà per estremi il punto D comune colla D E e l'altro O, coincidente col punto E: ma tra due estremi non può condursi che una sola retta (§ 975); dunque la E D coinciderà coll' O D, **C. D. D.**

Corollario. Inversamente, se da un punto D, fuori della retta A B, si conducano a questa due obblique eguali D E e D O, esse l'incontreranno a due punti E ed O egualmente distanti dal punto C, *piede* della perpendicolare calata dal punto D sull' A B.

1093. **Teorema** XVIII. *Due linee che sieno egualmente* obblique *ad una terza, sotto eguali lunghezze, sono egualmente distanti dalla medesima.*

Costruzione e spiegazione. Dal punto C (fig. 85) partano tre linee la C A e le due C B e C D, che sieno egualmente inclinate sulla C A, cioè facciano eguali angoli A C B ed A C D. Facendo centro in C, si descrivano gli archi E F e G H. Ne' punti d'intersezione colle tre rette si conducano la N O e l' O M, e così la P Q e la Q R.

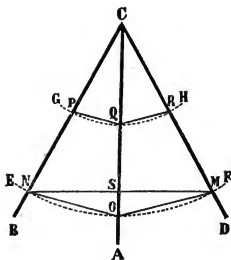



Fig. 85.

Dimostrazione. Dico adunque che sotto lunghezze eguali, cioè quando C N è eguale a C M, esse sono egualmente distanti da un qualunque punto della retta C A, su cui sono egualmente inclinate. Infatti N O = O M, perchè corde di circoli eguali (§ 1065), giacchè gli

archi NO ed O M sono misurati da angoli al vertice B C A ed A C D, che per dato del problema sono eguali. Dunque i punti M ed N sono equidistanti da uno stesso punto O della retta C A. Ma C N e C M sono eguali, perchè raggi di un medesimo circolo; di più quanto è dimostrato pel punto O, si può dimostrare per qualsiasi altro punto Q. Dunque quando le due obblique, non solo fanno eguale angolo con una terza retta, ma sono tra loro eguali di lunghezza, sono egualmente distanti in que' due estremi da qualunque punto di quella terza retta, **C. D. D.**

1094. **Corollario** I. Provasi di nuovo che se due rette egualmente obblique ad una perpendicolare cadano ad eguale distanza dal *piede* di essa, sono eguali tra loro (§ 1092). Conducasi la M N che tagli la C A nel punto S: egli è evidente che piegando la figura lungo la linea C A, essendo l'angolo D C A, che l'obbliqua C D fa colla C A, eguale a quello fatto con essa dalla B C, la retta C D combacierà perfettamente colla C B, ed il punto M col punto N, perchè egualmente distanti dal punto C. Quindi dal punto M od N non può condursi che una identica perpendicolare sulla C A, e non può esservi che un solo punto S, su cui possa elevarsi una perpendicolare diretta al punto M. Laonde, restando fermo il punto S, la M S dovrà coincidere e confondersi colla N S, ed essergli perfettamente eguale. Perciò le linee egualmente obblique ad una terza incontrano la perpendicolare a questa terza ad eguale distanza dal *piede* della medesima, semprechè questa e le due obblique partano dal medesimo punto.

Corollario II. Le linee obblique che a lunghezze eguali cadono egualmente distanti dal piede d' una perpendicolare, sono egualmente obblique, cioè fanno eguale angolo colla perpendicolare. Dimostratosi pel Corollario precedente che quando la C N, e la C M fanno l' angolo M C A = N C A, se C M = C N è pure M S = S N, ne consegue che quando la C N e la C M sieno eguali tra loro, e cadano sulla M N ad eguale distanza da S, piede della perpendicolare C A, onde sia N S = S M, dovrà pur essere l'angolo N C S = M C S.

Corollario III. Quanto è detto rispetto al *piede* della perpendicolare ch'è quel punto di una retta su cui elevasi la perpendicolare, vale per qualunque punto S, perchè quando M coincide con N, la loro distanza da S sarà sempre eguale: infatti da un punto ad un altro, nel quale coincidano quanti punti si vogliano, non può condursi che una sola retta (§ 999).

1095. **Problema** V. *Sopra dato punto di data linea retta elevare una perpendicolare.*

Costruzione. Nella data A B (fig 86) sul punto E sia da elevare la perpendicolare E C. Segnati due punti A e B ad egual distanza da E, con raggio (apertura di compasso o collo spago, § 1062) eguale ad una lunghezza qualunque A C, purchè maggiore di A E, si descriva l'arco *a* C, il quale sarà tagliato in C da altro arco *b* C descritto con egual raggio, facendo centro in B. Si congiunga il punto C col punto E colla retta C E.

Dimostrazione. La condizione perchè C E sia perpendicolare all' A B è d'avere la sua estremità C egualmente distante dai punti A e B, posti ad egual distanza da E (§ 1006). Ma C è distante da B quanto il raggio *a* B, ch'è la distanza da C ad A: dunque la C E è perpendicolare all'A B, **C. D. D.**

Altra dimostrazione. **Per Corollario del Teorema § 1092**, quando due oblique al di qua ed al di là di una linea ed egualmente distanti dal piede della medesima sono eguali, quella linea non può essere che la perpendicolare elevata su quel piede.

Fig. 86.

1096. La *perpendicolare* si può descrivere in carta o altri piani, mediante il *quadrante*. Più generalmente si adopera la *squadra* di legno o d' ottone, rappresentata dalla figura 87 in A B C, o D E F. È facile comprendere come si possa verificare se le squadre sieno giuste. Quando infatti si voglia sperimentare una squadra C E O (fig. 88), riposta sulla linea A B, e descritta la linea O *m* tracciata sul suo filo O E, si fa girare la squadra sul punto O, a modo che il punto C si sopprapponga a D, e si traccia l'altra linea O *n*. Se l' E O non fosse esattamente perpendicolare ad O C, le due rette devieranno come in *m* ed *n*; cosicchè se l' angolo E O C è maggiore del retto, la linea O *n* sarà quella descritta quando la squadra è nella posizione C O E, ed O *m* quando nella posizione F O D. Viceversa, se l'angolo è acuto la O *m* è descritta nella prima posizione della squadra, e l' O *n* nella seconda. La linea O *x*, condotta in O a tal punto *x* equidistante dall' *m* e dalla *n*, sarà l'esatta perpendicolare, non altrimenti che si ottiene l' esatta retta dalla *riga* nel modo detto al § 1054.

Fig. 87.

Fig. 88.

1097. **Costruzione pratica.** Suppongasi di dover condurre la perpendicolare al punto E (fig. 89) della linea B F. Presi, come sopra, i punti A e B equidistanti da E, si descrivano i due archi A H *b* e B I *b*, ed al punto di loro intersezione si pianti la biffa *b*. La linea E *b* C, che passi per E e *b*, sarà la richiesta perpendicolare, perchè A *b* e *b* B sono eguali.

1098. **Altra costruzione pratica.** Sia da elevare su altro punto P della stessa B F (fig. 89) la perpendicolare P R. Fatto centro in P, si de-

scriva con raggio ad arbitrio l' arco M Q N. Piantando una biffa nel punto di mezzo della semicirconferenza M Q N, la linea P Q R sarà la perpendicolare ricercata. Infatti agli eguali archi M Q e Q N corrispondono nello stesso circolo angoli eguali. Dunque l'angolo M P Q = Q P N: ma questi due angoli, essendo dalla stessa parte della F B, sommano a due retti, perciò ciascun d' essi è retto, e quindi la P R perpendicolare.

Fig. 89.

Avvertenza. Questa costruzione suppone soltanto di saper dividere la circonferenza in due parti eguali, lo che si vedrà più innanzi; ma non invalida la dimostrazione, e quindi la idoneità della costruzione, la quale non si vuole disgiungere dalla precedente, per agevolezza di pratica istruzione.

1099. **Squadra.** Quando non si può nel terreno adoperare il metodo indicato, perchè le ineguaglianze del posto o altri ostacoli s' oppongano, ovvero si tratti di lunghezze alquanto notevoli, s'usa la *squadra d'agrimensore* che ha varie forme, di cui una delle più commendate è quella seguente della figura 90.

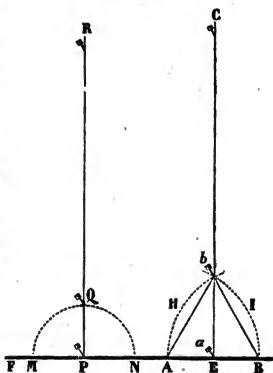
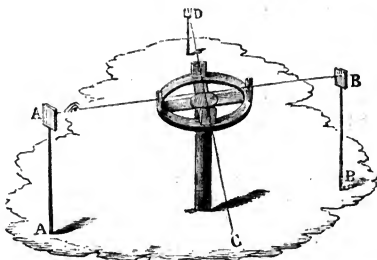



Fig. 90.

I quattro traguardi collocati all'estremità de' due diametri, che nel circolo si tagliano ad angolo retto, si girano sul piede dello strumento a modo che due, mirando a traverso di essi, lascino vedere le biffe A e B collocate sulla data linea A B, sulla quale voglia disegnarsi la linea perpendicolare. Gli altri due traguardi segneranno la direzione di questa. Di guisa che, piantando le biffe C e D a rincontro de' medesimi, si avrà nella C D la perpendicolare

all'allineamento A B. Se fosse dato un punto qualunque D, e la linea A B, con divisamento di trovare la perpendicolare a questa linea, si porta lo strumento lungo la linea medesima, finchè due de' traguardi coincidano col punto D, mentre gli altri due non si scostano dalla direzione verso A e verso B.

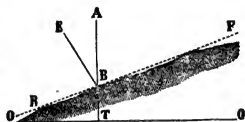
Questa *squadra* è più vantaggiosa dell' altra detta anche *squadro*, di cui offre il disegno la figura 91, che si adopera della stessa guisa, giacchè consiste in cilindro d'ottone A B, in cui sono praticate quattro fessure corrispondenti a due diametri della base del cilindro, che tagliansi ad angolo retto, e sono i traguardi con analogo ufficio di quelli della squadra precedente, la quale offre risultati più esatti, perchè la grandezza del suo diametro è maggiore. Lo *Squadro* deve avere discreto diametro, essere mobile sul pezzo E, senza aver uopo di girare il bastone Z, il quale è fornito di punta ferrata, onde si conficca nel suolo, finchè l'altezza delle fessure A, C, B, raggiunga quella dell'occhio dell'osservatore. Inoltre nel coperchio è la bussola coll'ago calamitato F, il cui uso sarà in più acconcio luogo descritto.

Fig. 91.

Si applica la denominazione di *diottra* per ogni regolo con due traguardi opposti, onde queste sono squadre a due *diottre*. Ma se quello della figura 91 avesse otto fessure corrispondenti a quattro diametri che si taglino, componendo al vertice angoli semiretti, allora dicesi a quattro *diottre*, ovvero squadro ottagono.

1100. **Avvertenza.** La squadra della figura 90 sarebbe un *Alidada* (a regoli fissi) della quale sarà detto più innanzi.

1101. **Verticale** e **perpendicolare.** Non deono confondersi questi due vocaboli, perchè la *verticale* è una perpendicolare, ma una linea può essere perpendicolare senza essere verticale. Innalzando sulla linea in pendìo O F (fig. 92) una E B, essa può farsi perpendicolare a quella linea di pendenza R B F. Invece l'A B è una verticale, cioè una perpendicolare alla linea orizzontale O O, che è la linea secondo la quale si dispone la superficie dell'acqua in riposo (fatto però astrazione dalla convessità che presenta sensibile, quando considerata in notevole estensione).

Fig. 92.

1102. **Archipenzolo** ed **Eclimetro.** Sulla prefata considerazione è fondato l'ingegno dell' archipenzolo, noto abbastanza per limitarci ad offerirne unicamente il disegno nella figura 93, per memorare la forma dell'*Eclimetro*, il quale è un archipenzolo A B C, fornito d'arco graduato M N onde misurare l' angolo d'inclinazione d' un piano o d' un terreno. Il regolo semicircolare di metallo M N ha per centro il punto D, ed è graduato come un rapportatore o quadrante, cominciando a notare i gradi a partire dal punto

di mezzo a cui coincide il filo del piombino A P, quando il piano su cui è collocato lo strumento è appieno orizzontale. Quindi, per converso, volendo stabilire un piano ben orizzontale, cioè secondo una linea perpendicolare alla verticale, segnata dal piombino P, basta che questo sia nel punto di mezzo del regolo semicircolare. Se, per esempio, deviasse di 15 gradi, ciò significherebbe che il piano su cui poggia *l'Eclimetro* fa colla linea dell'orizzonte un angolo di 15 gradi. Ma dove sarà discorso nel IV Libro di ALTIMETRIA, ivi sarà meglio nota l'utilità pratica di questo strumento, la cui semplicità lo raccomanda a tutti gli agronomi.

Fig. 93

1103. **Longimetria.** Benchè siasi appena detto di linee ed angoli senza parlare ancora de' triangoli, tuttavolta si può indicare il modo con cui pervenire a conoscere la distanza di punti inaccessibili, senz'aiuto di mezzi e calcoli complicati.

Problema VI. *Stando sovra l'una delle sponde di un fiume, misurarne la larghezza.*

Costruzione. Sia in U (fig. 94) un uomo al di là del fiume, la cui larghezza è

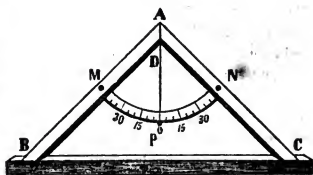
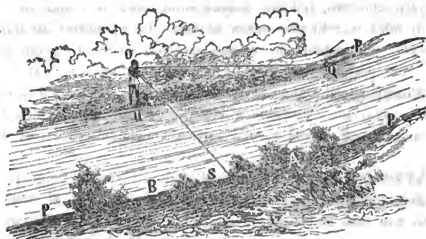



Fig. 94.

rilevata dalla figura 94, mediante le lettere P P P P. Suppongasi che lo stesso uomo con un regolo ben diritto e lungo almeno un metro, a guisa di mirare col fucile, fissi l' occhio ad un sasso che sia presso l' acqua dalla parte della sponda anteriore in S. Per esigenza del disegno il punto S non corrisponde all'estremità della perpendicolare che s'immagini elevata in U sulla linea P Q U P; ma si supponga che l'uomo U miri col regolo ad un punto S, realmente nella direzione perpendicolare all' asse del fiume. Si volga esso, facendo mezzo giro colla propria persona e senza punto alterare l'inclinazione del regolo, e noti dove incontra dalla sua parte un altro sasso o cespuglio a fior d'acqua, come sarebbe in Q. La lunghezza U Q equivale alla larghezza del fiume.

Dimostrazione. Infatti, nel volgersi l'uomo attorno se medesimo, senza punto variare l'angolo che fa il regolo dirigente il suo raggio visuale colla linea verticale del suo corpo (esprimendo colle linee O S ed O Q; le due visuali da O ad S e Q) l'angolo U O S rimane eguale all'angolo U O Q. Perciò l'uomo agisce colla sua visuale come se fosse un compasso, di cui una gamba è egli medesimo e l'altra che si muove è la visuale O S, che col girare dell'osservatore passa per tutti i punti dell'arco S Q sulla superficie dell'acqua, finchè si arresta in Q. Dunque le distanze U S ed U Q sono come raggi dello stesso circolo, e quindi eguali. Perciò, misurando la lunghezza U Q, si avrà la misura della sua eguale, ch'è la larghezza ricercata del fiume, **C. D. D.**

1104. **Avvertenza** I. L'osservatore O, per accertarsi di mirare a tale punto S che sia l'estremità della perpendicolare alla direzione del fiume, deve prima osservare, per esempio, un punto A ed uno B al di qua ed al di là del punto S, sempre a livello dell'acqua (che in questo luogo si suppone fuori d'una cascata). Quello de' punti che richiederà d'inclinare di più il regolo o cannocchiale, è quello da preferire. La ragione evidente, perchè quanto è minore l'angolo S O U, tanto è minore la distanza tra S ed U, e la più breve distanza tra le sponde è la larghezza del fiume.

1105. **Avvertenza** II. Si dee sempre rimarcare oggetti posti nella sponda, ma a fior d'acqua, perchè un piccolo tratto di corrente come U B A Q poco varierà dall'orizzontale: così la misura della distanza dal punto U e Q si dee fare da un punto nella sponda in U, ma pure a fior d'acqua. Se si trattasse di fiumi arginati, che sogliono avere le altezze degli argini da ambo le parti uniformi, l'uomo, stando sulla cima dell'uno di essi, potrà prendere di mira oggetti che sieno al loro piede interno di qua e di là dalla corrente sulle golene, se queste appaiono sufficientemente allo stesso livello. Ma non prenderà di mira oggetti sulla sommità dell'argine, perchè si dee procurare che il regolo (o cannocchiale, se si preferisca di adoperarlo) abbia una inclinazione sensibile, altrimenti si può per la minima variazione nell'angolo della visuale colla verticale, commettere errori molto più gravi.

1106. **Avvertenza** III. La difficoltà di girare su i due piedi senza punto variare la posizione del regolo, si vince quando si tiene inclinato e sostenuto con una mano presso all'occhio, e coll'altra più innanzi, premendo forte il gomito contro il petto. Tuttavolta è agevole che avvenga qualche involontaria deviazione. Perciò è miglior partito avere uno strumento semplicissimo fatto come indicherebbe la fig. 95.

Fig. 95.

Un palo P (figura 95) fissato verticalmente in D porta alla cima il regolo A B, la cui inclinazione è regolata mediante l'arco *o* R. Il palo P si compone di due pezzi con acconcio ingegno, secondo che aggrada, perchè, per esempio, in R possa girare il pezzo superiore senza deviare dalla perpendicolare. Con questo artificio si volge prima il regolo in

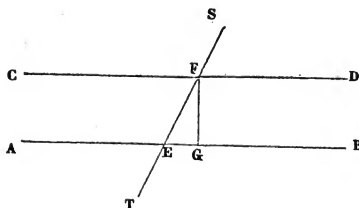
direzione di fissare la visuale secondo la linea M N, ragguardando un oggetto N a fior d'acqua, come superiormente si disse (§ 1105); dipoi girasi il pezzo mobile e si fissa l'oggetto O nell'altra sponda, ed ottiensi nella D O la misura della larghezza indagata.

1107. **Avvertenza** IV. Ancorchè non si trattasse di fiume, si può sempre usare del prefato artificio, purchè i punti di cui vuolsi conoscere la distanza sieno allo stesso livello, e si procuri di fare l'osservazione da luoghi elevati. Quanto più l'angolo della visuale colla verticale è acuto, tanto più accettevole riesce il risultato.

[2] Parallele.

1108. Definito che intendasi per linee parallele (§ 970, 1029), sono da dimostrare alcune loro proprietà interessanti. Delle principali però tra le medesime sarà detto più innanzi, perchè la loro dimostrazione si appoggia alle proprietà dei triangoli.

1109. **Angoli interni** chiamansi quelli da una stessa parte di una linea *secante*, compresi tra le parallele, intendendo per *secante* una retta che le tagli ambedue in qualsiasi direzione. Nella seguente figura 96, A B e C D

Fig. 96.

sono parallele, è S T la *secante*, sono interni gli angoli C F E e A E F, come pure D F E e B E F.

Angoli esterni sono S F D, S F C, B E T, A E T.

Angoli alterni D F E ed F E A, come pure F E B e C F E.

1110. **Teorema** XIX. *Due parallele tagliate da una perpendicolare hanno gli angoli interni tutti retti.*

Costruzione. Nella precedente figura si conduca la F G perpendicolare all' A B.

Dimostrazione. Se la F G è perpendicolare all' A B, gli angoli A G F ed F G B sono retti. Ma in tal caso la F G è pure perpendicolare alla C D, perchè, se essa è la più corta linea che possa condursi dal punto F alla linea A B, essa deve essere pure la più corta linea che dal punto G possa condursi alla linea C D, giacchè la più breve distanza tra le due linee non può essere che una sola, essendo condizione delle parallele che siano

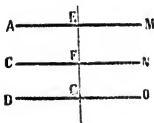
sempre tra loro egualmente distanti. Ora l'unica linea retta più breve che possa condursi dal punto G sulla C D è la perpendicolare. Quindi sarà la stessa G F, e gli angoli C F G e D F G saranno retti. Dunque sono retti i due angoli interni A G F e C F G, come i due D F G e B G F, pure interni e dall'altra parte della perpendicolare, **C. D. D.**

1111. **Teorema** XX. *Due rette, quando tagliate da una terza che sia perpendicolare ad ambedue, sono parallele.*

Dimostrazione. Se due rette A B e C D saranno tagliate da una retta F G, perpendicolare ad ambedue, tutti gli angoli interni saranno retti. Dunque per corollario del Teorema precedente saranno parallele, **C. D. D.**

1112. **Teorema** XXI. *Tutte le rette perpendicolari ad una data linea sono parallele tra loro.*

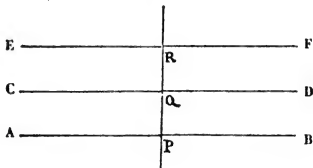
Costruzione. Siano A M, C N e D O (fig. 97) tre rette tutte perpendicolari all' E F G.

Fig. 97.

Dimostrazione. Risulta evidente dal Teorema § 1110. Infatti gli angoli interni N F G ed O G E sono retti, perchè tanto N F, che O G perpendicolari all' E F G; dunque la C N è parallela alla D O. Gli angoli N F E ed M E F sono pur retti: dunque la E M è parallela alla F N. Se si considerano l' A M colla D O, l' angolo M E G interno è eguale all' O G E pure interno, perchè amendue retti, dunque l' A M è parallela pure alla D O pel Teorema XIX, **C. D. D.**

Corollario. Le parallele hanno le perpendicolari comuni tra loro.

1113. **Teorema** suddetto. *Due linee parallele ad una terza sono parallele tra loro, ed hanno comuni le perpendicolari.*

Costruzione. Sieno le due rette A B e C D (fig. 98) parallele ad una

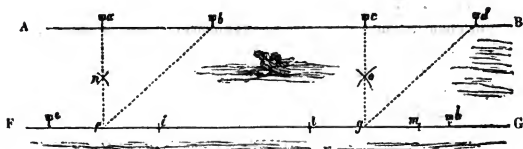
Fig. 98.

terza E F, si conduca la secante P Q R perpendicolare all'E F.

Dimostrazione (*diversa dalla precedente*). Siccome A B è parallela ad E F, la P Q R sarà pure perpendicolare all' A B; e perchè C D è parallela ad E F la P Q R sarà pure perpendicolare alla C D. Dunque l'A B e la C D, essendo perpendicolari ad una stessa linea (Corollario § 1112), sono tra loro parallele, **C. D. D.**

1114. **Problema** VII. **Costruzione pratica.** Dal precedente Teorema

si rileva che per tracciare una parallela ad una data linea, si può colla squadra (fig. 87, § 1094) elevare una perpendicolare sulla data retta, e poi su questa perpendicolare condurre una retta che a questa sia essa pure perpendicolare, e quest'ultima retta sarà parallela alla prima.

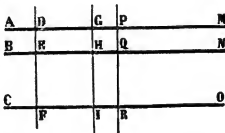
Sul terreno, come dimostra la figura 99, sia data la retta *e i l m b*, cui

Fig. 99.

debbasi condurre una parallela *a b c d*. Sul punto *f*, fatto centro, come si espose al § 1093, in *e* ed *i*, si eleva la perpendicolare *f a*, la quale da *f* passi per l'intersezione degli archi in *n*. Presa la misura *f a*, corrispondente alla distanza che si vuole tra le due parallele, nel punto *a* si può elevare la *a b c d* che sia perpendicolare all'*a f*. Ma siccome qualunque piccola imperfezione nell' angolo *b a f* che riuscisse anche pochissimo diseguale dall'angolo retto, produrrebbe sensibile deviazione nell'*a b c d;* perciò è miglior consiglio riportarsi in altro punto *g*, elevare altra perpendicolare *g o c*, e fissata la lunghezza *g c*, perfettamente eguale alla *f a*, la linea che passerà pei punti *a* e *c* sarà la parallela richiesta. Più sotto si vedrà come possa servire egualmente, per verificare se due linee sieno parallele, il misurare se sono eguali le distanze, per esempio, tra i punti *f* e *b* non che *g* e *d*, purchè si prenda il punto *b* distante da *d* come *f* lo è da *g*.

1115. **Teorema** XXII. *Se due o più parallele sono tagliate da due o più perpendicolari, le porzioni rispettivamente tagliate sono eguali tra loro.*

Costruzione e spiegazione. Le parallele A M, B N e C O (fig. 100) sieno tagliate da altre D F, G I, P R perpendicolari alle medesime. Dico che sarà: D G = E H = F I, G P = H Q = I R, F E = I H = R Q ed E D = G H = P Q.

Dimostrazione. Le D F, G I e Q R, pel Teorema § 1111, sono fra loro parallele, quindi D G = E H = F I, perchè, essendo perpendicolari tra le due parallele D F e G I, segnano tutte la più breve distanza ch' è tra le medesime, e la più breve distanza non può essere che una sola. Similmente dimostrasi di G P = H Q = I R, tutte eguali alla più breve distanza tra le parallele G I e Q R. Lo stesso è dell' F E = I H = Q R, minima distanza tra le parallele B N e C O, come dell' E D = G H = P Q, minime tra la B N e la A M, **C. D. D.**

Fig. 100.

1116. **Teorema** XXIII. *Se due rette con eguale inclinazione siano condotte tra due parallele, sono da queste tagliate in eguali porzioni.*

Costruzione e spiegazione. Nella anteriore fig. 99, sulla F G si elevino dai punti f e g, le due fb e gd egualmente inclinate, cioè che facciano lo stesso angolo colla F G, onde sia l'angolo G fb eguale all'angolo G gd. Dico che l'A B, parallela alla F G le taglierà in parti eguali, cioè sarà l'obbliqua fb, eguale all'obbliqua gd.

Dimostrazione. Le perpendicolari fa, e gc sono eguali (e il devono essere, perchè misurano ambedue la più breve distanza tra due parallele). Ora la fb e gd, essendo obblique alle dette linee, egli è come se fossero obblique ad una sola. Ma (pel Corollario del Teorema § 1096) le obblique che facciano eguale angolo con dato punto di una perpendicolare a una data retta, incontrano questa retta ad eguale distanza dal *piede* della perpendicolare. Dunque la fb e la gd devono cadere ad eguale distanza dal piede delle perpendicolari af e cg, semprecchè facciano egual angolo colle medesime. Ma l' angolo della prima, cioè bfa, è eguale all' angolo retto afl, meno l'angolo bfl; e così l'angolo dgc è eguale al retto cgb, meno dgb. Dunque abbiamo l'angolo $bfa = afl - bfl$, e l'angolo $dgc = cgb - dgb$. Ma $afl = cgb$, perchè retti, e $bfl = dgb$ per dato della proposizione. Onde le due obblique fanno colle perpendicolari eguale angolo d' inclinazione. Dunque le due obblique incontreranno la retta A B ad eguali distanze dal piede a e c delle perpendicolari fa e gc, e sarà $ab = cd$. Ma quando due obblique cadono all'eguali distanze indicate (§ 1096), esse sono eguali. Dunque la $fb = gd$, **C. D. D.**

1117. **Teorema XXIV.** *Due rette eguali ed egualmente inclinate, tagliano porzioni eguali delle parallele che incontrano.*

Costruzione e spiegazione. Sieno le A B, F G ecc. come nella figura 99 precedente. Dico che l' fb e la gd tagliano l' A B ne' punti b e d in modo che la bd è eguale alla fg.

Dimostrazione. Pei Teoremi § 1115 e 1116 si dimostrò $fg = ac$ ed $ab = cd$. Ma $bd = ac + cd - ab$, dunque $bd = fg + cd - cd = fg$, **C. D. D.**

1118. **Teorema XXV.** *Le parallele tagliano le rette egualmente obblique in parti eguali tra loro.*

Costruzione. Sieno tre parallele A A, B B e C C (fig. 101), che taglino le linee egualmente obblique D O, D M, R P. Si conduca la perpendicolare D N. Dico che le porzioni E M, G O e T P saranno eguali tra loro, come pure le porzioni D E, D G, R T ecc.

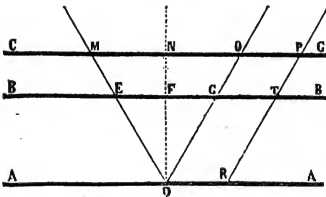



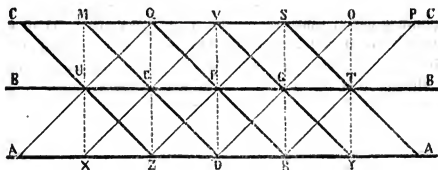
Fig. 101.

Dmostrazione. Le obblique D M e D O, considerate tra le due parallele A A e C C, siccome la condizione di essere egualmente obblique esige quella dell' angolo M D N = N D O (pel Teorema § 1115), sono eguali. Similmente le obblique DE e DG tra le parallele AA e BB, per egual ragione sono eguali. Dunque

D M = D O e D E = D G; quindi D M — D E = D O — D G, ossia anche M E = G O. Lo stesso può dimostrarsi della R P, e di qualunque altra egualmente obbliqua. Dunque ecc. **C. D. D.**

1119. **Teorema** XXVI. *Se obblique eguali incontrino parallele equidistanti, sono reciprocamente tagliate in porzioni eguali tra loro.*

Costruzione e spiegazione. Sieno date le tre parallele (fig. 102) C C, B B

Fig 102.

ed A A, equidistanti tra loro e tagliate da rette egualmente obblique D M D O, R Q, R P ecc. Si elevi una perpendicolare sul punto D, e si conduca altra perpendicolare S R pel punto G. Dico che:

1° Saranno eguali tra loro le porzioni parallele tagliate dalle obblique equidistanti, cioè;

M Q = Q V = V S = S O = O P = U E = E F = F G = G T = X Z = Z D = D R = R Y ecc.

2° Parimenti saranno eguali le porzioni obblique tagliate da parallele equidistanti, cioè

X E = E V = Q F = F S = D G = G O = R T = T P = U Z = D E = E M = R F = F Q = Y G = G V = T S ecc.

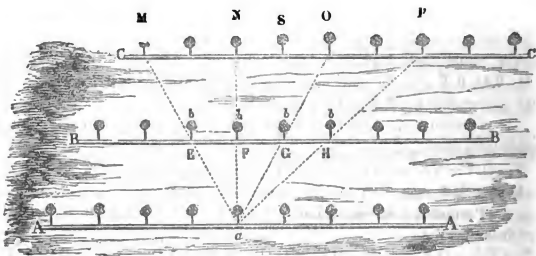
Dimostrazione della prima parte. Condotte le perpendicolari sovra X, Z, D, R, Y, siccome le obblique sono equidistanti, quindi queste perpendicolari sono equidistanti, ma sono pure parallele, perchè perpendicolari tutte ad una terza linea A A (Teorema XXI, § 1112), dunque saranno eguali tutte le altre distanze perpendicolari tra esse parallele, cioè U E = E F ecc., ed M Q = Q V ecc., ed oltracciò X Z = U E = M Q ecc.; quindi la prima parte del Teorema è dimostrata.

Dimostrazione della seconda parte. Si provi che G O = D G. Abbiamo G S = D F, perchè A A, B B e C C sono parallele equidistanti. L'angolo O G S è eguale all' angolo G D F; infatti l'angolo O G S = R G D, opposto al vertice: ma l'angolo D G R è eguale all'angolo G D F, perchè la loro inclinazione è misurata dalla D R = F G, essendo di piena evidenza la D G = G D e la G R = F D, perpendicolari tra due parallele. Dunque la G O fa colla perpendicolare G S un angolo O G S = R G D = G D F. Perciò la G O è obbliqua rispetto alla G S, come la D G rispetto alla D F. Ma la G S è eguale alla D F, perchè sono le più brevi distanze tra parallele equidistanti (come si pongono per condizione l'A A, la B B e la C C), dunque la G O è tagliata dalla C C, come la D G è tagliata dalla B B; perciò la G O = D G.

Siccome si ha pel Teorema precedente G O = F S = G V ecc., cioè a tutte le rette egualmente obblique tra le due parallele B B e C C, ed inoltre G D similmente eguale a tutte le rette egualmente obblique tra le due parallele A A e B B; quindi, essendo G O = D G, tutte l'eguali a G O sono eguali a D G, e viceversa, **C. D. D.**

1120. **Teorema** XXVII. *Tutte le rette che da un punto di una retta partano con direzione qualunque verso altre rette che sieno a quella parallele ed equidistanti, sono tagliate in parti tra loro proporzionali, e reciprocamente.*

Costruzione. Siano tre parallele C C, B B, A A, (fig. 103), equidistanti tra loro. Dal punto *a* partano diverse rette *a* M, *a* O, *a* P. Si elevi in *a* la perpendicolare *a* N. Dico che le porzioni *a* H ed H P sono proporzionali alle porzioni D G e G O, e così alle D E ed E M. Similmente l'F G ed N O sono proporzionali alla G H ed O P, e così all'E F ed M N.

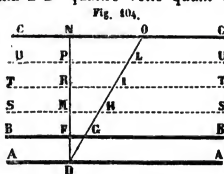
Fig. 103.

Dimostrazione. Pel Teorema § 1118 abbiamo *a* F = F N, e *a* G = G O: dunque si ha *a* N = 2 F N, ed *a* O = 2 G O: ossia *a* N : F N :: 2 : 1; come pure *a* O : *a* G :: 2 : 1.
Di simil guisa trovasi *a* P : *a* H :: 2 : 1, e *a* M : *a* E :: 2 : 1.
Dunque sono tutte tagliate in parti egualmente proporzionali.
Parimenti dal §. 1119 troviamo (pel Teorema XXVI) che la F G = N O — N S. Ma la N S = F G: dunque la N O = 2 F G, cioè N O : F G :: 2 : 1, e così la M N : E F :: 2 : 1.

Dunque tutte le porzioni in cui si dividono tra loro le parallele equidistanti e le oblique, sono proporzionali tra loro, **C. D. D.**

1121. **Corollario** I. Dunque la distanza d'un obbliqua dal piede d'una perpendicolare, cresce in ragione diretta della lunghezza della perpendicolare medesima, cioè a dire (tornando alla figura 103), se la *a* G si protragga sì che divenga *a* O doppia di *a* G, non solo anche la perpendicolare *a* N è doppia della *a* F, ma la distanza dell'obbliqua dalla detta perpendicolare s'addoppia; cosicchè O N diviene doppia di F G. V'ha di più ancora la medesima relazione tra l'obbliqua *a* O con qualsiasi altra obbliqua *a* P, *a* M ecc.; chè quando *a* O sia doppia della *a* G, la *a* P sarà

doppia della *a* H ecc.; e se la distanza della *a* O dal piede della perpendicolare addoppia quella che avea in G, anche la distanza P O e la P N dalla *a* P divien doppia dell' H G e dell'H F, che aveva sulla stessa parallela B B.

1122. **Corollario** II. Ancorchè le parallele non fossero equidistanti, le stesse ragioni proporzionali seguiteranno, non però nella misura di 2 : 1, com' è necessariamente il caso quando si tratta di tre sole parallele equidistanti, per cui la perpendicolare è tagliata in due parti dalla parallela di mezzo. Infatti, se la parallela C C fosse distante dalla B B quattro volte quant' è la B B dall' A A, potremmo sempre immaginare condotte altre tre parallele tra la B B e la C C. Laonde s' avrebbero sei parallele equidistanti e le porzioni tagliate delle perpendicolari sarebbero cinque. Così stando com' è detto, le parallele A A, B B e C C (fig. 104), condotte le S S, T T, U U, essendo equidistanti, avremo:

Fig. 104.

la D M : D F :: 2 : 1 e la D H : D G :: 2 : 1
la D R : D F :: 3 : 1 e la D I : D G :: 3 : 1
la D P : D F :: 4 : 1 e la D L : D G :: 4 : 1
la D N : D F :: 5 : 1 e la D O : D G :: 5 : 1
e similmente la D P : D R :: 4 : 3 e la D L : D I :: 4 : 3 ecc.
Inoltre la D H : H M :: D G : G F e la O N : F G :: D O : D G ecc.

1123. **Teorema** XXVIII. *Nelle parallele tagliate da una secante qualunque, gli angoli alterni sono eguali.*

Costruzione Si riguardi nella figura 105 agli angoli fatti dalla secante H Q nella sua porzione D O colle due parallele A M e C P. Elevata una D N perpendicolare, sul punto di mezzo F della medesima, si conduca la B B parallela all' A M, la quale sarà pure parallela alla C P (Teorema XXI, § 1112). Si vuol dimostrare che gli angoli *alterni* O D M e C O D sono eguali.

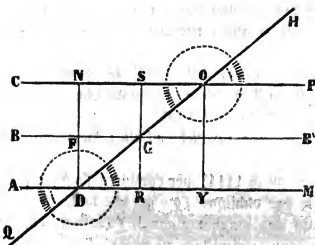



Fig. 105.

Dimostrazione. L' angolo S O G = F G D pel Teorema precedente (perchè S G = F D, e S O = F G: dunque l' O G, inclinata come la G D, fa l'angolo S O G = F G D).
Ora l'angolo F G D è eguale all'angolo retto F G R — D G R.
Così è pure l'angolo G D R eguale al retto F D R — G D F.
Ma l' angolo D G R = G D F (pel Corollario II del Teorema XVIII, § 1094 e pel Teorema XXVI, § 1119), e l'angolo F G R = F D R, perchè retti.

Dunque, F G D = F G R — D G R, e G D R = F D R — G D F, divengono ambedue eguali ad F D R — G D F, ossia G D R = F G D;
ma F G D = S O G:
dunque G D R = S O G, cioè i due angoli alterni O D M e C O D sono eguali, **C. D. D.**

1124. **Teorema** XXIX. *Una secante forma con due parallele l' angolo interno eguale all'esterno opposto, dalla stessa parte.*

Dimostrazione. Si è dimostrato che G D R (fig. preced. 105), ossia O D M è eguale all'angolo S O G. Ma S O G = H O P, perchè opposti al vertice: dunque O D M = H O P, cioè l' angolo interno è eguale all'esterno opposto dalla stessa parte, **C. D. D.**

1125. **Teorema** XXX. *Due parallele, comunque tagliate, hanno gli angoli interni dalla stessa parte, eguali a due retti.*

Spiegazione. Nella figura precedente gli angoli interni dalla stessa parte della secante H D sono P O D ed M D O, e dall'altra parte C O D e A D O.

Dimostrazione. Sono eguali a due retti i due angoli D O P ed H O P (Teor. XII, § 1087). Ma H O P = O D M (pel Teorema XXIX, § 1124). Dunque P O D + O D M eguagliano la somma di due retti. Similmente si può anche per altro modo dimostrare che siccome C O D + P O D eguaglia la somma di due retti, essendo P O D = A D O, perchè *alterni;* perciò sono i due interni C O D + A D O eguali alla somma di due retti, **C. D. D.**

1126. **Antiparallele.** Due rette situate nello stesso piano e riferite ad una terza, diconsi *antiparallele* quando formano con questa angoli eguali, ma diretti in senso contrario.

Perciò nella figura 102 (§ 1119) le C Z, M D, Q R ecc. sono *antiparallele* rispetto alle A Q, X V, Z S ecc, e queste ultime sono antiparallele rispetto a quelle. Quanto è detto riguardo alle parti proporzionali, in cui sono tagliate da una secante, essendosi dimostrato col Teorema XXVII per la *a* G O come per la sua antiparallela *a* E M, segue per *Corollario* che le proprietà dimostrate per le parallele, hanno luogo pure per le antiparallele, semprechè, ove trattisi d'angoli, si abbia riguardo al senso inverso in cui si trovano.

Dopo dimostrate le principali proprietà delle parallele senza aver ricorso ai triangoli, ora può sciogliersi il problema seguente che l'agronomo troverà ben diverso da quello dimostrato al § 1095.

1127. **Problema** VIII. *Condurre una parallela ad altra linea, senza servirsi di perpendicolari.*

Costruzione. Tornando alla fig. 99 (§ 1114) per condurre l'*a b c d* parallela alla *f i g h*, basterà elevare le due obblique *f b* e *g d* che facciano eguali angoli colla *f i g h*, poi misurando due lunghezze eguali *f b* e *g d*, condotta una retta pei punti *b* e *d*, essa sarà la parallela ricercata.

Dimostrazione. Condotte le perpendicolari *f a* e *g c* sono (§ 1114) gli angoli alterni *c d g* = *d g b*, e *a b f* = *b f i*, e per dato del problema l'angolo *d g b* = *b f i*, onde sarà pure *c d g* = *a b f* e perciò la *f a* = *g c*; dunque l' *a b c d* parallela alla *f i l m*, **C. D. D.**

1128. **Problema** IX. *Da un punto dato fuori d'una retta condurre una perpendicolare alla medesima.*

Spiegazione e costruzione. Si vuole sciogliere il quesito e dimostrarlo colle sole nozioni precedenti, senza presuporre la cognizione della divisione delle linee ecc. Sia D (fig. 106) il dato punto, ed M N la retta su cui dee condursi una C D perpendicolare. Fatto centro in D con raggio ad arbitrio si descriva l'arco M N, e dai punti N ed M collo stesso raggio si descrivano gli archi C F D e C G D. Congiunti i punti d'intersezione C e D, la C D sarà la richiesta perpendicolare. Si descrivano con raggio D F, facendo centro in D e C, gli archi *m* ed *n*, e le linee F C ecc.

Fig. 106.

Dimostrazione. L'angolo F C G = F D G, perchè misurati da archi *m* ed *n* descritti con eguali raggi e sottesi dall'identica corda F G.

Si ha poi la F C = C G = G D = D F, perchè raggi eguali, quindi la F C parallela alla D G (§ 1119). Dunque l'angolo F C D = C D G, perchè alterni; dunque F E = E G, e la D C perpendicolare. **C. D. D.**

1129. **Applicazioni pratiche.** Coi dati *Teoremi* si ponno risolvere alcuni Problemi di *longimetria* e d'*altimetria* che riserbo a dimostrare dopo note le proprietà de' triangoli, perchè d'ordinario si suole così adoperare ne' libri elementari di Geometria. A prova che le precedenti nozioni bastano ancora a quelle soluzioni, valgano i seguenti problemi, che pure è uso risolvere colle considerazioni d'eguaglianza de' triangoli.

1130. **Problema X** (di **Longimetria**). *Conoscendo l'altezza d'una verticale, determinare la sua distanza da un dato punto sulla orizzontale.*

Costruzione. Sia la torre A (fig. 107) la verticale, si voglia conoscere

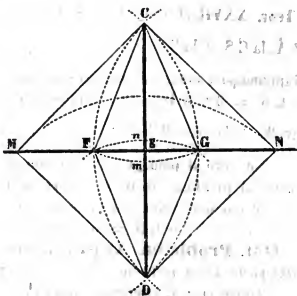
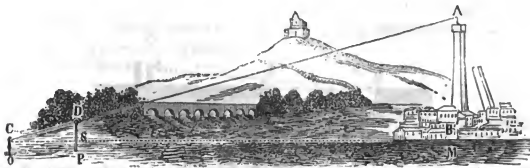



Fig. 107.

la distanza O M dalla medesima. Dal punto O si miri alla cima A, e pongasi a data distanza un piuolo o biffa P, a modo che la sua estremità venga lambita dal raggio visuale A C.

Dimostrazione. A M, D P, C O sono verticali alla orizzontale O M; dun-

que parallele. Suppongasi che, come O, i piedi dell'osservatore siano a livello circa del piede della torre. La visuale A C è un obbliqua insieme colla orizzontale C B tagliata dalle tre parallele in parti proporzionali alle distanze dei loro punti d' intersezione colle mdesime. Dunque avremo (Teor. XXVII, Coroll. II) $CS : SD :: CB : BA$. Conoscendo l' altezza B A, la C S e la S D, ricaveremo da questa proporzione $CB = \frac{CS \times BA}{SD}$.
Suppongasi l'altezza della torre metri 97,67 com' è l'altissima di Bologna, e $CS = 3^m$, e $DS\ 1^m$; supponendo inoltre l'occhio dell'osservatore in C, a livello della base B della torre, avremo $CB = \frac{3 \times 97{,}67}{1} = 293{,}01$.

Se però il piede e non l'occhio dell'uomo sia a livello del piede della torre, il qual fosse in M, si dee porre $BA = BM - CO$, e se C O, altezza dell'occhio dell'uomo, sia metri 1, 50, sarà $BA =$ metri $97{,}67 - 1{,}50$. Onde risulterebbe $CB =$ m. 288,51.

1131. **Problema XI (d'altimetria).** *Data la distanza d'un punto dal piede d'una verticale conoscere l'altezza della verticale medesima.*

Costruzione. L'osservatore in C (fig. precedente 107) collo stesso mezzo conoscendo la distanza propria dal piede della torre A, voglia rilevarne l' altezza, collocandosi nello stesso modo colla biffa, come all'antecedente Problema.

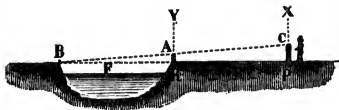
Dimostrazione. Come si è rilevato (§ 1127), si ha $CS : SD :: CB : BA$.

Ora non trattasi di trovare il valore di C B, conoscendo quello di B A, ma invece quello di B A, essendo noto C B. Perciò si ricaverà dalla identica proporzione: $BA = \frac{SD \times CB}{CS}$

Avevasi $SD = 1^m$, e $CS = 3^m$: se sia per supposito la distanza nota $CB =$ metri 293, 01, ne trarremo $BA = \frac{1 \times 293{,}01}{3} = 97{,}67$, che sarà l'altezza della Torre, **C. D. D.**

1132. **Problema XII (di distanza inaccessibile).** *Determinare la lunghezza d'una linea, il cui estremo è inaccessibile.* (Soluzione diversa dal § 1103).

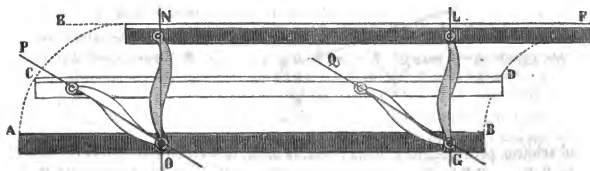
Costruzione. Vuolsi conoscere la larghezza del fiume F, rappresentato per sezione nella fig. 108, ossia misurare la lunghezza della linea R B,

Fig. 108.

senza potere accedere che al punto R. Presi di mira i due punti R e B che suppongonsi nella stessa linea orizzontale, si pianta in R un piuolo o biffa R A, ben verticale, di altezza eguale alla metà di quella dell'occhio dell'osservatore sul terreno; poi nella direzione dei due punti R e B l'uomo si colloca in un punto P, ad egual livello di R, in modo da vedere B pas-

sando però rasente la cima A colla visuale C A B. Tanto vale collocare altra biffa o traguardo P C, che si elevi sul terreno per altezza doppia dell' A semprecchè, guardando da C rasente A, si scopra il punto B.

Dimostrazione. L'obliqua B C ha le sue distanze C P ed A R perpendicolari alla B P proporzionali alle lunghezze P B e BR ((Teor. XXVII). Dunque sarà C P : R A :: P B : R B. Ma essendo C P doppio di R A, avremo C P : R A :: 2 : 1; e quindi P B : R B come 2 : 1, cioè la R B è la metà della P B. Quindi R è il punto di mezzo della P B ed è dunque P R = R B, cioè la distanza ricercata, ovverossia larghezza del fiume è eguale alla distanza tra le due biffe, di cui la più lontana dalla sponda sporge dal terreno per altezza doppia della più vicina, **C. D. D.**

1133. **Righe parallele.** Si è detto del modo pratico di disegnare parallele nel terreno, ora torna in acconcio dire dell'uso delle *parallele*, strumento noto e rappresentato dalla fig. 109. I due listelli A B ed N F,

Fig. 109.

appiallati, eguali e ben diritti, sono uniti tra loro con due spranghette d'ottone. Queste, mobili intorno ai loro punti d' attacco, lasciano aprirsi tra loro i due listelli in modo che rimangono sempre paralleli. Non occorre ulteriore chiarimento di strumento così comune. Solo è da notare come se ne tragga la dimostrazione meccanica dell' eguaglianza degli angoli fatti dalle obblique la cui misura sia sempre eguale, e la diversa inclinazione uniformemente proceda: onde si mantiene il parallelismo dell'indefinito numero di rette che ponno tirarsi tra l' A B, e l' E F. Lo che riesce palese riguardando alla diversa posizione O P e G Q delle spranghe d'ottone, finchè si dispongono perpendicolari, come in O N e C L; oltre il qual termine le spranghette vengono declinando in posizioni *antiparallele* alle prime, ma proseguono egualmente all'identico ufficio.

Art. V. Preliminari sulla misura delle linee e degli angoli.

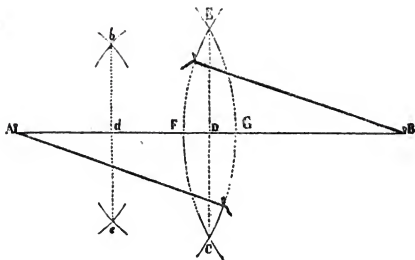
[1] Linee rette.

1134. **Unità di misura.** Non si ottiene misura di retta linea, se non si paragoni ad altra lunghezza presa per unità. Allorchè tra due punti contate quanti passi vi sono, camminando dirittamente dinanzi a voi mede-

simo, egli è il vostro passo che serve di *unità*, e misurando quella distanza egli è come indagare la lunghezza della retta che i due dati punti congiugne (§ 987). Nel Capitolo IV e nel V si disse delle misure e del sistema metrico, non che della catena dell' agrimensore. Ora è a dire dei modi di ottenere la misura di una retta, secondo le divisioni anco più minute.

1135. **Problema** XIII. *Dividere una retta per metà.*

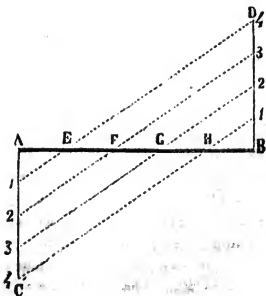
Costruzione. Sia l'A B (fig. 110) la data linea; fatto centro in A con raggio

Fig. 110.

ad arbitrio, però maggiore della presunta metà, descrivasi l'arco C G E, e così da B l'arco C F E. Congiunto il punto C con E, la C E in D taglia l'A B in due parti eguali.

Dimostrazione. Emerge dal § 1128, Probl. IX.

1136. **Problema** XIV. *Dividere una retta in numero pari di parti.*

Costruzione e spiegazione. Divisa l'A B in due parti A D e D B (fig. 110), si ponno queste suddividere facendo centro in A e D, poi in D e B, e vale la *dimostrazione* del Probl. IX e XIII.

Fig. 111.

Avvertenza. Com' è facile comprendere, così operando, si potrà solo dividere la linea in parti, il cui numero sia 2 o multiplo di 2, siccome 4, 8, 16, 32 ecc. Quindi pel numero pari qualunque di parti, conviene ricorrere al seguente Problema.

1137. **Problema** XV. *Dividere una retta in qualunque numero di parti.*

Costruzione. Volendo dividere l' A B (fig. 111), per esempio, in 5 parti, saranno dunque le divisioni da segnare, quattro. (Con 4 tagli si fanno 5 pezzi, così con 5 tagli 6

pezzi, in generale con *n* tagli si fanno *n* + 1 pezzi). Si elevino le due perpendicolari A C e B D opposte, agli estremi A e B, e sulla A C e B D si riportino quattro misure, ad arbitrio, eguali. Segnate quali appaiono nella figura dai numeri 1, 2, 3, 4, si congiungano queste divisioni con altrettante linee, le quali taglieranno in E, F, G ed H la data A B in 5 parti eguali.

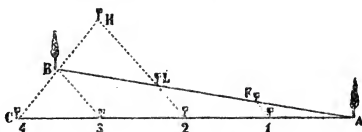
Dimostrazione. Essendo le linee 1 E 4, 2 F 3 ecc. parallele ed equidistanti, perchè B 1 = A 1 ecc., riesce evidente che A E = E F = F G = G H = H B, **C. D. D.**

1138. **Problema** XVI. *Dividere* (con metodo diverso dal precedente) ***una retta in qualunque numero di parti.***

Costruzione. Vogliasi dividere l'A B in tre parti. Sopra una linea qualunque A C (fig. 112) si fa una misura A 1, che si replica una volta di più delle misure richieste, e nel caso presente quattro volte, la quale arriverà in C. Da questo punto traguardando il dato punto B, si fissi una biffa in H, distante da B, come lo è il punto C, cioè facciasi C B = B H. Poi dalla misura 2, traguardando H, si pianti la biffa L. La lunghezza L B è la terza parte ricercata dell' A B.

Dimostrazione. Se si congiunga il punto 3 con B, e il 3 con L; poi da L verso A si porti la lunghezza L B, e così, trovato il punto F, questo si congiunga col

Fig. 112.

H B L F C 4 3 2 1 A

punto 1, è facile riconoscere che si hanno tante parallele 3 B, 2 L, 1 F, le quali tagliano (§ 1118) le linee A B ed A C in parti proporzionali ecc., **C. D. D.**

1139. **Compassi diversi.** Si è memorato (§ 1063) il *compasso comune*: di quello più adatto per circoli di notevole dimensione e per costruzioni, può dare disegno la figura 113. Un'asta C D, con divisioni segnate di data misura, porta ad una estremità una punta fissa A, ed inoltre ha una punta mobile B, incastrata a maschio e femmina, che si fissa essa pure con vite alla desiderata distanza; onde quella da A a B serve per raggio, e collocando la punta A nel punto fissato per centro, colla B descrivesi il

Fig. 113.

C D A B

circolo di raggio A B. Havvi inoltre il compasso per la misura de' corpi sferici cilindrici, le cui aste sono ricurve, come A B nella figura 113 bis, il quale sarà molto acconcio, volendo misurare legnami ecc.

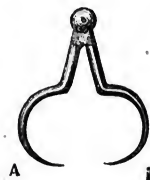
Fig. 113 bis.

1140. Compasso di riduzione. Per ridurre un disegno in dato rapporto, questo compasso a forma d'X quand' è aperto, fa la sua rotazione attorno l'asse M (fig. 114), posto sulla lunghezza delle aste in modo di dividerle in parti sempre eguali due a due. Siccome quell' asse M può farsi scorrere per variare la lunghezza M A ed M C, mentre si modificano le M D ed M B, così può l' M fissarsi al punto in cui quelle sieno, per esempio, il terzo o il quarto di queste. Pei teoremi addietro esposti, ove l' M sia, per esempio, a tal punto che M A sia un quarto di M D, quando si apre si ha l'angolo A M C = D M B, perchè opposti al vertice; dunque la distanza tra gli estremi C ed A, con quella tra D e B staranno fra loro come quelle lunghezze delle dette obblique. Quindi C A : D B :: M A : M B. Laonde, essendo M A : M B :: 1 : 4, anche tutte le aperture C A staranno alle aperture D B : : 1 : 4. Perciò, misurando una linea colle punte C ed A, le altre punte mi segnano gli estremi della linea quattro volte più lunga. L'asse M, essendo mobile, potrò fissarlo al terzo, al sesto ecc.; divisioni indicate per comodo nello stesso strumento ; e così copiando un disegno colle punte corte, tradurlo in un maggiore colle altre, e copiandolo colle lunghe, tradurlo in altro minore.

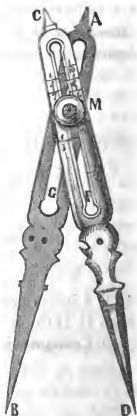
Fig. 114.

1141. Nonio o Verniero ; il primo nome fu dato allo strumento inventato dal NUNEZ, matematico portoghese, e dai Francesi commutato in quello di VERNIER, artista che lo perfezionò. La sua utilità è di procacciare molto facilmente le più minute divisioni, usando nel modo che io credo possa tornare pratichevole per l'agronomo. Rappresenti L I M B (fig. 115) porzione di riga già graduata. Per conoscere la suddivisione delle sue parti, ovverossia per trovare, per esempio, 22 più uno, due ecc. decimi, prendasi altro lembo lungo quanto nove di quelle divisioni, e dividasi in 10 parti. Sia quest'altro pezzo, ch'è il *Nonio* o *Verniero*, V E R N. Ivi il tratto

Fig. 115.

dal 0 al 10 è lungo quanto nove divisioni del lembo L I M B; infatti, applicato contro al medesimo, lo zero del V E R N risponde, per esempio, al 13 dell'L I M B, ma il 10 di quello corrisponde al 4, cioè in tutto a 9 parti di questo. Ora ecco come si adopera. Suppongasi che il pezzo L I M B appartenga a una scala di metri, e che io voglia conoscere una misura lunga 9 metri e 4 decimetri; il pezzo V E R N, ch'è scorrevole sull'altro, lo dispongo in modo che il suo quattro coincida di faccia tra il 9 e il 10 della scala L I M B, e lo fisso in guisa che lo zero del V-E R N coincida esattamente con una delle divisioni intere dell' L I M B; ed allora dall' estremo L I al punto marcato dal quattro nel nonio, è determinata la lunghezza di 9 metri e 4 decimetri. Vale poi qualsiasi posizione, purchè lo zero del nonio coincida con alcuna delle divisioni della scala L I M B; come nel caso della figura, quand'esso accosti alla divisione marcata dal quattro, la distanza ch' è da questo punto al 9 del nonio misura nove decimi d' una parte della scala: quella dalla divisione 5 della scala all'8 del nonio, indica la misura di 8 decimi ecc., come dal 12 della scala all'1 del nonio misura un decimo. Se le parti della scala si volessero dividere in dodicesimi, si fa il nonio lungo come 10 parti della scala, e questa lunghezza si divide in 12 parti, e si opera della stessa guisa, salvochè i numeri del nonio indicano allora duodecime parti delle divisioni della scala, e non decimi come nel caso precedente.

1142. **Compasso di proporzione.** Questo strumento, inventato da GALILEO, è pur utile quanto quello di riduzione. Due regoli A e B (fig. 116). uniti a cerniera nel punto I, ove concorrono gl' interni lembi A I e B I, come mostra la fig. 116, hanno molte divisioni segnate per *corde*, *poligoni* ecc., di cui qui non torna intrattenersi. Stando a sole divisioni eguali, ecco come può servire. Vogliasi trovare una linea X la cui lunghezza stia a quella d' una data linea L :: 3 ai 10. Apresi il compasso finchè l' apertura tra 10 e 10 corrisponda alla lunghezza della data linea L, e la lunghezza ch'è fra 3 e 3 sarà la misura della X, perchè sia X : L :: 3 : 10.

Fig. 116.

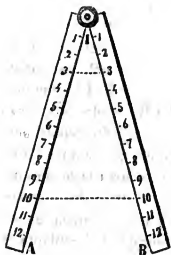
1143. **Scala geometrica o ticonica.** Vogliasi dividere una retta A B in 120 parti: queste, in così breve lunghezza, riuscirebbero sì vicine da confondersi. Si conducano (fig. 117) le parallele equidistanti A B, C D, E F, G H ed I K, e divisa l'A B in 5 parti, si abbassino le perpendicolari disegnate nella figura. Divisa una delle 5 parti, la L B, in 6 parti e similmente la M K, si conducano le cinque obblique come L q. Noi avremo, pei teoremi precedenti, le porzioni tagliate sulle parallele C D, E F, G H ed L K proporzionali alle lunghezze delle porzioni da esse tagliate nelle obblique L q. Laonde la lineetta n sarà eguale ad 1, perciò la o eguale a 2, la p eguale a 3, e la M q eguale a 4. Ma la M q è la sesta parte della M K; dunque la n quarta parte di M q sarà

ventiquattresima di M K; e perchè M K è quinta parte della A B, la *n* sarà la centoventesima dell'A B. Così *o* doppio di *n* sarà la 60.^ma di A B, e *p* la 40^ma e di conseguenza M *q* la 30.^ma

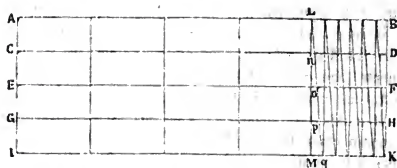
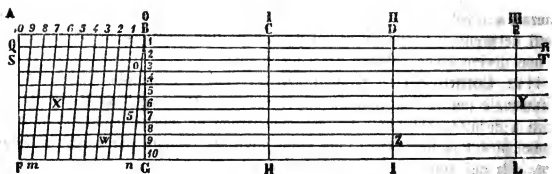
Fig. 117.

1144. **Altra scala.** Sia da dividere l'unità A B d'una scala A B C D E fig. (118) in cento parti. S'abbassano delle perpendicolari A F, B G, C H ecc.

Fig. 118.

e tante parallele all'A B ed equidistanti in numero di 10 oltre l'A B, quali sono Q R, S T ecc., sino alla F L. Si divide l'A B in 10 parti, e similmente l'F G: poi da quelle dell'A B si abbassano sulla F L le obblique 9 F, 8 *m* ecc. B *n*. Come nel caso precedente, se la *n* G è la 10^a parte di A B, si avrà *s* 7 : *n* G :: 7 : 10: dunque la *s* 7 sarà 7 decimi di *n* G, e quindi 7 centesimi dell'A B, mentre *o* 3 sarà solo 3 centesimi. Si voglia una lunghezza di III misure, più 66 centesime parti. Ponendo una punta del compasso in Y nella parallela marcata 6 e l'altra punta in X ove l'obbliqua 6 s'interseca colla parallela 6, si avrà la misura di III unità e 66|100, ossia di 366. Vogliasi il 229: si fissa la punta del compasso nella perpendicolare D I, ossia, II in Z, ove interseca la parallela 9, e l'altra punta si pone in W, ove la parallela 9 è intersecata dall'obbliqua 2 e si ha il 229. ecc.

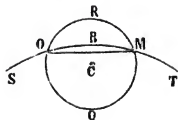
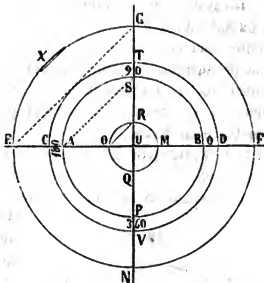
[2] Misura delle linee circolari.

1145. **Misura degli archi.** Per comune consentimento un circolo si concepisce diviso in quattro parti, ciascuna delle quali si chiama *quadrante*. La quale divisione si ottiene mediante due diametri G N ed E F, tra loro perpendicolari (fig. 119), che stabiliscono i quattro punti egual-

mente distanti tra loro come sarebbero O, R, M, Q nel più piccolo circolo, A, S, B, P, nell'altro maggiore di quello, e così C, T, D, V, nel successivo, ed i punti E, G, F, N, nel maggiore di tutti.

1146. Perciocchè ad eguali corde corrispondono eguali archi negli stessi circoli o in circoli eguali tra loro, è ben conseguente che ad archi di circoli diversi debbano corrispondere diverse corde. Se adunque per misurare l'arco E G mi valgo della corda E G ch'è la retta che unisce i punti E e G, questa non ha relazione di misura colle corde di archi di circoli d'altra grandezza. Portando in X, nel circolo più grande, una corda eguale alla O R del circolo più piccolo, è facile ravvisare come alla stessa corda corrisponde in quello un piccolissimo arco, di confronto all'arco corrispondente nel piccolo circolo O M. Quello si riferisce a minima porzione d'arco, l'altro nel circolo O Q M R corrisponde al quarto della sua circonferenza. Quell'arco in X è molto minore dell'O R come meglio appare dalla figura 120, ove si rileva quanto è maggiore l'arco O R M pel piccolo circolo O R M Q, che non l'arco O B M pel grande circolo di cui è porzione S O B M T, quantunque così O R M, come O B M, sieno sottesi e dalla stessa parte, dalla medesima corda O M.

Fig. 119.

Fig. 120

Perciò la misura d'un arco si prende proporzionalmente al suo raggio, e tanto è quarto di circolo E G, come C T, A S ed O R (nella figura 119). Laonde, essendosi convenuti di ritenere diviso ogni *quadrante* in 90 *parti*, le quali chiamansi anzi *gradi*, tanto il piccolo arco O R è 90 gradi come il più grande E G.

Procedendo in questa divisione, l'intera circonferenza corrisponde a 360 gradi, che ponno notarsi così a destra come a sinistra, e tanto cominciando da un punto che da altro qualunque della medesima periferia.

1147. **Misura della circonferenza del circolo.** La circonferenza del circolo è incommensurabile col suo raggio, e perciò non si può trovare una espressione generale *finita*, che possa far conoscere le parti di un arco dato in parti del raggio. Se si ponga il diametro di un circolo eguale ad 1, la lunghezza della circonferenza è espressa dalla quantità $\pi = 3,14159..$ usandosi la lettera π per denotare la periferia o circonferenza del circolo.

1148. Nel Capitolo V si disse pure come il sommo Archimede trovasse cotale rapporto fra il diametro e la circonferenza :: 7 : 22. Questo in pratica ha sufficiente esattezza, almeno di confronto alla sua semplicità. Tuttavia per estimare questi vari rapporti, avendosi un circolo il cui diametro

sia 20 metri, onde rilevare la lunghezza della circonferenza, si possono adoperare le due seguenti proporzioni:

Secondo ARCHIMEDE ∺ 7 : 22 : : ossia 1 : 3,14285 :: 20 : x.
Secondo METIUS ∺ 113 : 355 : : ossia 1 : 3,14159 :: 20 : x.

Ricavando questi valori, avremo dalla 1.ª proporzione la misura di metri 62,857, dalla 2.ª quella di metri 62,831; cioè il rapporto di ARCHIMEDE darebbe una circonferenza lunga millimetri 26 di più dell' altro, lo che appena produrrebbe, per una circonferenza di 10000 metri, una differenza di quattro metri. Ragguagliando il calcolo a un tanto per cento, la circonferenza d' ARCHIMEDE cresce 0,041 per cento, cioè la differenza è circa di 1 metro ogni 2440.

1149. **Teorema** XXXI. *Le corde parallele intercettano in un circolo archi eguali.*

Costruzione. Siano le due corde parallele A B e C D (fig. 121); potremo sempre condurne altre due equidistanti dal centro del circolo, per esempio, M N e P Q. Si tirino i diametri B P, A Q, C N e D M.

Fig. 121.

Dimostrazione. Le parallele C D ed M N tagliano archi eguali D N e C M, perchè misurati dagli angoli D O N e C O M opposti al vertice. Le parallele A B e P Q tagliano gli eguali archi A P e B Q, misurati dagli eguali angoli opposti al vertice A O P e B O Q. Se l'M N è distante dal centro O come la C D, e così la P Q come l'A B, supposti X ed Y i punti di mezzo degli archi C M e D N, sarà X M = X C, e X P = X A. Quindi X P — X M = X A— X C, cioè M P = C A. Ma M P = B D, perchè misurati da angoli opposti al vertice: dunque C A = B D, **C. D. D.**

Corollario. Viceversa, *se archi eguali sono compresi tra due linee, esse sono parallele,* avvertendo che s'intende di necessità nello stesso circolo.

1150. **Osservazione**. Dal Teorema IV (§ 1065) si comprende che volendo separare in un circolo un arco eguale a quello d'altro egual circolo, basta sottendere corda d'egual lunghezza. Dall'altro poi precedente, si rileva il modo di separare o distinguere un arco B N, per esempio, eguale ad altro dato A M, conducendo dai punti A ed M due corde in qualunque direzione, purchè tra loro parallele.

1151. **Teorema** XXXII. *Il raggio è eguale alla corda dell'arco di 60 gradi.*

Costruzione. Nel circolo A M B O (fig. 122) sia D C E un angolo di 60 gradi, e D E la corda del corrispondente arco D O E. Si conduca il diametro A B parallelo alla corda D E, La corda D E è eguale al raggio C D.

Dimostrazione. Se A B è parallela a D E, saranno eguali gli archi A D e B E (Teorema precedente): dunque anche l'angolo A C D = B C E: e siccome coll'angolo D C E sommano a due retti, saranno ciascuno di 60 gradi come D C E, perchè 3 × 60 = 180. Ma l'angolo A C D = C D E.

e B C E = C E D perchè alterni: dunque gli angoli D ed E pure di 60 gradi, cioè eguali all'angolo D C E: quindi il triangolo equiangolo ed equilatero e la corda D E eguale al raggio D C, o C E, **C. D. D.**

Fig. 122.

1152, **Problema** XVII. *Dividere la circonferenza in 2 parti e in altre della serie* 2, 4, 8, 16.....

Costruzione. Col diametro sarà divisa in 2 parti : aggiungendo un diametro perpendicolare a quello, sarà divisa in 4 parti. Poi con altri due diametri che dividano per metà gli angoli fatti da quei due primi, sarà divisa in 8. E così proseguendo 8 diametri la divideranno in 16 parti ecc.

Dimostrazione. È evidente per le stesse proprietà del circolo.

1153 **Problema** XVIII. *Dividere la circonferenza in 3 parti eguali, secondo la serie di numeri* 3, 6, 12, 24...

Costruzione. Con lunghezza eguale al raggio, si descrivono sei corde (come nella figura 123) A B, B C ecc. e (pel Teorema XXXII), si avrà la circonferenza divisa in 6 parti o archi, A B, B C ecc. eguali. Unendo F con D, D con B e B con F, cioè gli estremi di due corde unite, si avrà la circonferenza divisa dall'F D, D B e B F in tre parti o archi B A F, F E D e D C B. Dal mezzo delle corde A B ecc. elevata una perpendicolare M N, saranno suddivisi gli archi AB ecc., onde la circonferenza divisa in 12 parti.

Fig. 123.

1154. **Avvertenza.** Il problema di dividere una circonferenza in qualsiasi numero di parti potrebbe qui risolversi colle sole premesse; ma la dimostrazione riesce meno prolissa e più rigorosa dopo note le proprietà de' triangoli, e perciò si troverà nella Sezione successiva. Intanto per l' uso pratico valga notare lo strumento che segue.

1155. **Nonio pegli archi di circolo.** La circonferenza essendo divisa in 360 gradi, i gradi in 60 minuti, si potrà dividere un lembo di arco L I M B (fig. 124) in gradi con sei divisioni di 10 minuti ciascuna. La

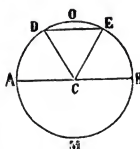
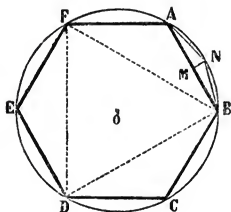
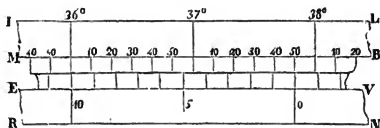



Fig. 124.

regola pel nonio (§ 1114) è prendere un numero n d'intervalli, dividendolo in $n + 1$ parti eguali. Invece si prenderà la lunghezza di $n + 1$ intervalli,

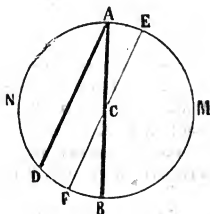
e si dividerà in *n* parti eguali: perciò nel presente caso il **V E R N** avrà la lunghezza di 11 intervalli divisa in 10, come dimostra la figura, che sarà numerata in senso contrario o retrogrado di quelli dell'arco. E si conterà come si è detto per l'altro al § 1141. Applicato il **V E R N** al **L I M B**, com'è nella figura, il 5 darebbe il punto cui arriva la misura di 36 gradi e 55 minuti.

[3] Misura degli angoli.

1156. Degli angoli s'è già detto, misurarsi dagli archi di circolo, e viceversa: dirò solo pertanto de' strumenti, onde tali misure ottengonsi in pratica, dopo esposta la misura degli angoli che non hanno il vertice nel centro del circolo.

1157. **Teorema** XXXIII. *Gli angoli che hanno il vertice nella circonferenza del circolo, sono misurati dalla metà dell'arco compreso dai loro lati.*

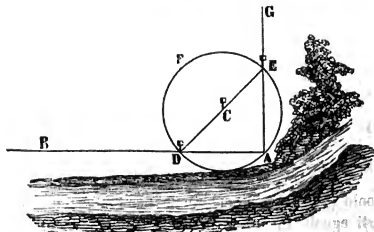
Costruzione. L'angolo **B A D** (fig. 125) che ha il suo vertice in **A**, è misurato dalla metà dell'arco **B D** compreso tra i suoi lati **A B** e **B D**. Conducasi sul centro **C** la **E F** parallela all'**A D**.

Fig. 125.

Dimostrazione. L'angolo **B A D** = **B C F** (§ 1124). L'angolo **B C F** è misurato dall' arco **B F**, ch'è eguale ad **E A**, perchè misurano angoli opposti al vertice cioè eguali. Ma **E A** = **F D**, perchè l'**A D** è parallela alla **E F**; dunque **B F** = **F D**. Perciò l'angolo **B C F** ha per misura la metà dell'arco **B F D**; quindi **B A D** angolo eguale a **B C F**, ha per misura la metà dell'arco **B F D**, **C. D. D.**

Corollario I. Tutti gli angoli che hanno il vertice nella circonferenza, e comprendono lo stesso arco, sono eguali tra loro.

Corollario II. Quando i lati d'un angolo alla circonferenza passano per gli estremi d'un diametro, sono perpendicolari tra loro, e comprendono un angolo retto.

1158. **Applicazioni.** *Elevare una perpendicolare* **A G** *al punto* **A** *estremo d'una linea di confine* **A B**.

Fig. 126.

Se dovesse elevarsi una perpendicolare alla B A (fig. 126) nel suo estremo A, in un punto interno C fatto centro con raggio eguale alla distanza di C da A, descrivasi 'l circolo A D F E. Fissata una biffa in D e una seconda in C, pongasi la terza in direzione loro, nel punto E della circonferenza, che traguardando gli corrisponde. L' A G, che dal punto A passa per E, sarà la ricercata perpendicolare. Infatti l'angolo in A, cioè D A E (pel Coroll. II antecedente) è retto. È facile rilevare la differenza di questa costruzione da quelle rinsegnate ai §§ 1095 e 1097.

1159. **Altra applicazione.** Volendosi trovare il diametro d' un circolo, si pone una squadra S col suo angolo in un punto qualsisia della circonferenza; prolungate le linee S M, S Q (fig. 127), i punti in cui esse la tagliano, sono gli estremi del diametro.

Fig. 127.

1160. **Teorema XXXIV.** *Qualunque angolo col suo vertice in un punto tra il centro e la circonferenza del circolo, ha per misura la metà dei due archi compresi tra i suoi lati prolungati da ambe le parti.*

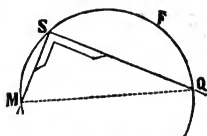



Fig. 128.

Costruzione. Sia l'angolo A entro il circolo F B C E D (fig. 128). Si prolunghi il lato A C in D, e B A fino in E, e si tiri la parallela D F. La misura dell'angolo A è la metà dell'arco B C più la metà dell'arco D E.

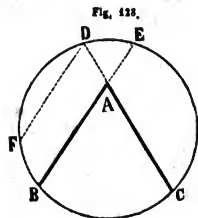
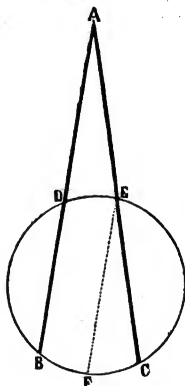
Dimostrazione. Pel Teorema XXXIII (§ 1157) l'angolo in D ha per misura la metà dell'arco F C, cioè metà d'F B + metà di B C. Ma F B = D E (§ 1149). Dunque l'angolo B A C, eguale di F D C (perchè alterni), è eguale alla metà dell' arco B C + metà di D E, **C. D. D.**

1161. **Teorema XXXV.** *Qualunque angolo col vertice fuori del circolo è misurato dalla metà della differenza fra l'arco concavo e il convesso, compresi tra i suoi lati.*

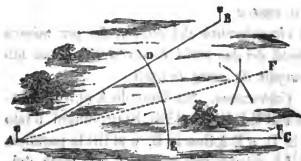
Fig. 129.

Costruzione. L'angolo A (fig. 129) taglia il circolo in D ed E, ed in B e C. Conducasi l'E F parallela all'A B. L'angolo A sarà eguale alla metà dell'arco B C meno la metà dell'arco D E.

Dimostrazione. L'angolo A è eguale all'angolo E (perchè l' uno esterno e l' altro interno opposto). L'angolo E ha per misura la metà dell' arco F C, eguale a B C meno B F (§ 1156); ma B F = D E: dunque l'angolo E, e perciò il suo eguale A, è misurato dalla metà dell'arco B C meno metà dell'arco D E, **C. D. D.**

1162. Divisione degli angoli. La misura degli angoli dipendendo dalla porzione di circonferenza che possono intersecare coi loro lati, ne consegue che la divisione dell'angolo si ottiene mediante la divisione del detto arco di circonferenza. Hannovi però alcuni mezzi pratici per alcune di dette divisioni, che non dipendono dal difficile problema di dividere le curve. Tra quali sono da notare i seguenti:

Mezzi pratici.

1163. Bissezione dell'angolo. *Sia da dividere in parti eguali l'angolo* BAC (fig. 130).

Fig. 130.

Fatto centro in A, con raggio ad arbitrio descrivasi l'arco DE. Dai punti d'intersezione D ed E, con raggio pure ad arbitrio, descrivonsi altri due archi, per la cui intersezione passerà la linea AF, la quale divide l'arco ED in due parti eguali, e quindi anche l'angolo A nei due eguali FAC ed FAB. Quella linea AF chiamasi *bissettrice*, ed al § 1200 se n'avrà di nuovo ragione.

1164. Trisezione dell'angolo. Questo è problema divenuto celebre, perchè non può geometricamente risolversi. Più innanzi saranno esposti quegli artificii onde se ne consegue una soluzione abbastanza soddisfacente per la pratica, vale a dire, per approssimazione. La risoluzione esatta e rigorosa del Problema di dividere un angolo in tre parti è da paragonare a quelli della *duplicazione del cubo* e della *quadratura del circolo* che hanno esercitata ed esaurita per due mila anni la pazienza di molti geometri.

1165. Alidada, vocabolo derivato da *al-hidad* significante *traguardo di ferro, oggetto* e *punto determinato*, è quel regolo di legno o di metallo, di cui si diede già la figura nella *squadra* (§ 1096). Ma è più veramente quel regolo mobile attorno al centro d'un circolo diviso in gradi, onde può percorrerne la periferia per misurare gli angoli, e meglio si concepisce dalla seguente descrizione del grafometro.

1166. Grafometro. Il piede F (fig. 131) porta l'orizzontale semicircolo BCA, graduato (fig. 132), corrispondente ad XY (fig. 131). Nel centro del semicircolo, cioè in O (fig. 132) è impernata l'*alidada* mobile (LL fig. 132, e RR fig. 131), la quale gira attorno quel centro, mentre l'altra *alidada* fissa (PP fig. 131 e TT fig. 132) rimane sempre nella direzione del diametro AB. Qualunque sia la posizione dell'*alidada* mobile, i suoi traguardi, come pure quelli dell'*alidada* fissa, deono sempre passare pel centro O (fig. 132). Il piede F è sostenuto da altri tre piedi connessi a modo di gorbia o gomito a noce, per dare allo strumento la desiderata inclinazione. Suppongasi di volere conoscere l'angolo che fanno tra loro due linee le quali da due oggetti M ed

N concorrano in un punto. In questo precisamente collocasi lo strumento a modo che il centro O sia il vertice dell'angolo fatto da quelle due linee,

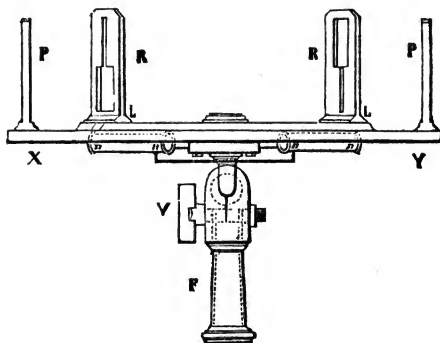
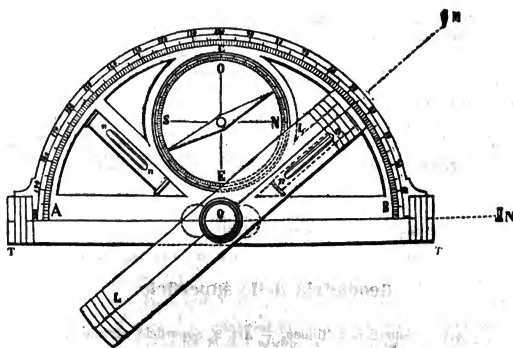
Fig. 131.

le quali perciò saranno identiche all'M O ed N O. Il grafometro si dispone di guisa che l'alidada fissa A B concorra co' suoi traguardi T T (fig. 132)

Fig. 132.

e P P (fig. 131) nella direzione dell'oggetto N, e si fa girare l'alidada mobile in modo che i suoi traguardi (L L fig. 132, R R fig. 131) s'incontrino nell'altro oggetto M. Siccome la linea A B (linea de' traguardi T T o P P) passa in B per lo zero della divisione del semicircolo, quindi tutti i gradi com-

presi tra questa linea e quella dei traguardi mobili L L ossia R R, segneranno la misura dell'angolo fatto dalle linee O N ed O M, ossia l'angolo sotto il quale veggonsi gli oggetti M ed N.

1167. **Avvertenza.** La linea de'traguardi fissi dicesi *linea di fiducia;* perciò è d'uopo accertarsi, dopo fissato l'oggetto M coll'alidada mobile, che nel frattanto l'alidada fissa non siasi punto mossa dalla sua direzione verso N. Per verificare l'esattezza dell'osservazione e dello strumento, contati i gradi dell'angolo osservato, si fa girare lo strumento in modo che l'altro foro dell'*alidada* fissa, quello dalla parte A, incontri l'oggetto M mentre l'occhio mirerà pel traguardo opposto, e collocando l'alidada mobile verso l'oggetto N si riconoscerà se il nuovo angolo fatto dalle due linee dei traguardi è eguale al primo. Questo strumento per solito è munito di due *livelli* a bolla d'aria *n n* per disporre il piano del semicircolo orizzontalmente, ed inoltre d'una bussola N O S E connessavi per orientare i piani, e per altre considerazioni, da ricorrere opportune più innanzi nel III Libro.

1168. **Applicazione della misura degli angoli.** *Vogliasi segnare la linea meridiana in un piano orizzontale.*

Nel piano A B (fig. 133) si alzi in P uno stilo ben verticale, dopo aver tracciato facendo centro in P uno o più circoli, come C M D, *m o n*. Due ore prima del mezzogiorno si noti ove l'ombra dello stilo tagli il circolo, per esempio nel punto C, e due eguali ore dopo in qual punto lo tagli, per esempio, in D. Ripetuta la sperienza rispetto al piccolo cerchio *m n o*, si notino similmente ad eguali intervalli di due ore i punti *m n*, in cui esso è tagliato dall'ombra dello stilo. I punti C ed *m* deono trovarsi in linea col punto ov'è infisso lo stilo, e vi deono pure concorrere i punti D ed *n*. L'angolo così fatto con vertice alla base dello stilo, dividasi per metà colla P M, e questa linea indicherà quella dell'ombra dello stilo medesimo nel mezzogiorno, sotto le condizioni al Cap. X dichiarate.

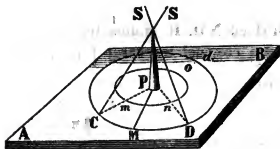



Fig. 133.

S S d B o P m n C M D A

SEZIONE III.

Geometria delle superficie.

Art. 1. Superficie rettilinee. — Art. 2. Superficie curvilinee.

1169. Uno spazio piano può essere circoscritto da linee rette, o da curve, o da rette e curve. Quindi la distinzione delle superficie e delle figure in rettilinee, o curvilinee, o mistilinee (§ 1010). La dottrina delle

curve ha tale dipendenza da quella delle superficie rettilinee, ossia dalla *poligonometria*, che PLATONE ebbe a servirsi nella sua *Cosmogonia* di sole figure rettilinee, e dichiarò il circolo un semplice accidente della linea retta (1).

1170. Una superficie rettilinea non è realmente regolare se non può essere inscritta o circoscritta ad un circolo. E questa è la ragione per cui dividendo la Sezione presente in due capi, cioè:

Art. 1. **Superficie rettilinee ;**
« 2. **Superficie curvilinee ;**

si comprendono nel 2. Articolo le figure composte o mistilinee, ed oltracciò debbo nel primo interporre alcune altre nozioni sul circolo, senza delle quali riescirebbero meno chiare e concise le dimostrazioni de'Teoremi e Problemi relativi ai oligoni regolari.

Art. I. Superficie rettilinee.

1. Triangoli. — 2. Triangoli simili. — 3. Triangoli e Tetrangoli. — 4. Ipotenusa. — 5. Costruzione de' Quadrilateri. — 6. Relazioni dei Poligoni coi Circoli. — 7. Divisione del Circolo. — 8. Altri Poligoni regolari. — 9. Loro costruzione. — 10. Poligoni simili. — 11. Poligoni simmetrici. — 12. Poligoni stellati. — 13. Linee traversali. — 14. Area. — 15. Riduzioni delle Aree.

1171. **Poligono,** si disse (§ 1031), è qualsiasi figura terminata da linee rette. Se i poligoni offrono un' area, ossia estensione da essi compresa, agevolmente ed esattamente calcolabile, richieggono però nella loro costruzione problemi più complicati del circolo. È assai facile costruire un circolo sopra un dato diametro, e lo è molto meno costruire un poligono di dato numero di lati, essendo pur data la loro lunghezza.

1172. Dopo il CARDANO e il VIVIANI, fin dal 1750 il conte di FAGNANO pubblicò importanti nozioni sulle rette da qualsivoglia punto condotte ai vertici ed al mezzo de' lati di un poligono qualunque. Dipoi molti Italiani (2) trattarono dei più eleganti teoremi di poligonometria, tra' quali si rese celeberrimo il MAGISTRINI colla sua *Poligonometria analitica.*

1173. Il minor numero di lati che possa avere un poligono, è di tre, perciocchè con sole due linee rette (§ 1040) non è dato racchiudere uno spazio minimo o immenso che egli si sia. Dal poligono di tre lati si può giugnere a comporne di numero indefinito di lati, ma quanto sarà mag-

---

(1) *Plato ostendit priori loco esse rectilineum, circulum eius quasi appendicem quamdam et accidens.* PLUTARCO. V. Poligonometria analitica di G. B. MAGISTRINI, Bologna 1809, pag. IV.

(2) Basterà citare il SCARDI, Dissertazioni sovra alcuni poligoni rettilinei, Brescia 1752, e il quarto de'Trattenimenti Matematici, stampati nel 1764 ; il CASALI, il MALFATTI, memb. della Soc. Ital. ; GIORDANO DA OTTAIANO, memb. sudd. ; il FERGOLA, Atti dell'Accad. di Napoli; il CAGNOLI, nella sua Trigonometria; il SACCHI, nelle soluzioni dei problemi del MASCHERONI; il COLLALTO, nella geometria a due coordinate; il FRANCHINI ; e la soluzione del celebre problema di situazione sulla marcia della torre nello scacchiere, data dal FONTANA e dal BRUNACCI; quella sul massimo poligono descrittibile con dato numero di lati dati, compiuta dal LA GRANGE col calcolo delle variazioni; l'equazione delle forze del FOSSOMBRONI ecc. ecc.

giore questo numero e minima, di conseguenza, la lunghezza de' medesimi, tanto più il poligono regolare s'accosterà col suo perimetro alla circonferenza del circolo.

1174. Perciò sarà dicevole cominciare dai triangoli, ch'è la superficie chiusa dal minor numero di lati, procedendo mano a mano nella trattazione di quelle di numero successivamente maggiore, d'onde sarà facile passaggio alle superficie curvilinee, salve le nozioni intorno al circolo (come si è detto al § 1170) che hanno ai poligoni speciale riferimento.

[1] Triangoli.

1175. **Triangolo.** La superficie piana terminata da tre rette che costituisce il triangolo (§ 1017) richiede che le tre rette si taglino o s'incontrino due a due. I triangoli poi ponno considerarsi sotto due rapporti: 1° della loro costruzione e generazione; 2° della relazione o paragone reciproco tra di loro.

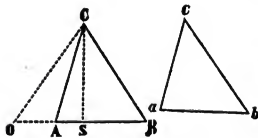
1176. Ogni triangolo si compone di tre *lati* e di tre *angoli:* l'eguaglianza, la similitudine o la differenza esistente fra un triangolo e un altro non dipende che dal rapporto in cui sono i loro lati e i loro angoli. Se uno degli angoli d'un triangolo si chiami vertice, l'*opposto* lato dicesi *base*, e la distanza di questo vertice dalla *base* chiamasi *altezza* del triangolo. Questa distanza (come sempre quella che sussiste da un punto ad una data linea, § 987) equivale alla perpendicolare calata da quel *vertice* alla *base:* quindi la perpendicolare elevata sopra un *lato* che raggiunga il *vertice* dell'*angolo opposto* a quel *lato*, misura l'altezza del triangolo.

1177. **Teorema** XXXVI. *La somma di due lati d'un triangolo è sempre maggiore del terzo lato.*

La *dimostrazione* nasce evidente della considerazione, che tra due punti la linea retta è il più corto cammino (§ 1055 e 1056).

1178. **Teorema** XXXVII. *Se due lati coll'angolo da essi intercetto in un triangolo, sono eguali a due lati coll'angolo da essi compreso in un altro triangolo, i due triangoli sono perfettamente eguali.*

Costruzione. Si sovrapponga il dato triangolo A B C (fig. 134) sull'altro dato *a b c*, ne' quali si conosce che l'angolo A C B = *a c b*, il lato C A = *c a*, e il lato A B = *a b*.

Fig. 134.

Dimostrazione. Se l'angolo in C è eguale all'angolo *c* vuol dire che i lati C A e C B divergono tra loro come i lati *c a* e *c b*: perciò, sovrapposti, coincideranno perfettamente. Essendo poi il lato C A = *c a*, e C B = *c b*, perciò il punto B coinciderà col punto *b*, e il punto A col punto *a*. Ma tra due punti non si può condurre che una sola retta, quindi la retta *a b* coinciderà perfettamente colla A B, e i due triangoli saranno eguali, **C. D. D.**

Corollario I. *Se i triangoli sono eguali, saranno eguali, oltre i tre lati,*

anche i tre angoli: quindi oltre essere A B $=$ *a b*, A C $=$ *a c*, e B C $=$ *b c*, saranno gli angoli B A C $=$ *b a c*, A B C $=$ *a b c*, come A C B $=$ *a c b*.

Corollario II. Se il lato B A fosse minore di *b a*, fosse per esempio B S, anche l'angolo B C S sarebbe minore dell'angolo *b c a*: quindi *l' angolo opposto al lato minore, è minore dell'angolo opposto al lato maggiore*. Infatti se la B A è eguale alla *b a*, l' angolo A C B $=$ *a c b*. Ma l' angolo S C B, essendo parte dell'angolo A C B, n'è minore; sarà dunque minore anche dell'angolo *a c b* $=$ A C B.

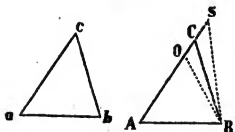
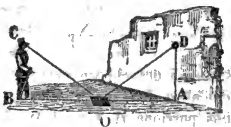
Corollario III. Se il lato A B fosse maggiore di *a b*, per esempio, come O B, anche l'angolo O C B opposto al maggior lato sarebbe maggiore dell'angolo *a c b* opposto al lato *a b* minore di O B. Infatti l'angolo *a c b* $=$ A C B, e questo A C B è minore dell' O C B, perchè n' è parte: dunque *a c b* $<$ O C B, e perciò *al maggior lato corrisponde l'opposto angolo maggiore*.

1179. **Applicazione.** Una moneta sia sospesa in D ad altezza eguale a quella dell' occhio dell' osservatore C (fig. 135); posto uno specchio O in terra, quale sarà il posto in cui C potrà vedere nello specchio quella moneta? Siccome per legge catottrica il raggio che dal corpo D perviene allo specchio O, si riflette o ripercuote verso C con angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza che forma collo specchio, perciò pongasi l' osservatore C in B a modo che B O $=$ A O. Avendo infatti C B $=$ D A, e per quel ch' è detto l'angolo D O A $=$ C O B, saranno eguali i triangoli, e sarà pure D O $=$ C O, onde l'occhio in C vedrà nello specchio l'oggetto D.

Fig. 135.

1180. **Teorema XXXVIII.** *In due triangoli, dato un lato coi due angoli adiacenti, eguali in ciascuno di essi, i triangoli sono eguali.*

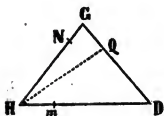
Costruzione. Sieno i due triangoli A C B e *a c b* (fig. 136). In essi il lato A B $=$ *a b*, ed eguali tra loro gli angoli adiacenti a questi lati, cioè C A B $=$ *c a b*, e C B A $=$ *c b a*.

Fig. 136.

Dimostrazione. Il lato A C, 1° non può essere maggiore di *a c*, perchè se lo fosse, allora una sua parte A O sarebbe eguale ad *a c*. Onde i due triangoli A O B ed *a c b*, avendo A B $=$ *a b*, A O $=$ *a c*, e l'angolo intercetto O A B $=$ *c a b*, sarebbero eguali in forza del teorema precedente. Quindi (pel Coroll. I, § 1178) l' angolo A B O sarebbe eguale all' angolo *a b c*, ma l'angolo *a b c* si è detto ch'era eguale all'angolo A B C; quindi l'angolo A B O sarebbe eguale all'angolo A B C, cioè la parte eguale al tutto, il che è assurdo; 2° non minore di *a c*, perchè allora si potrebbe prolungar sin che fosse A S $=$ *a c*: ma per analoga dimostrazione si troverebbe che allora l'angolo S B A dovrebbe essere eguale a C B A, cioè il tutto alla parte, il che è impossibile. Perciò il lato A C, non potendo essere maggiore nè minore di *a c*, sarà eguale al medesimo. Nel qual caso il triangolo A B C

avendo i due lati B A e A C coll' interposto angolo B A C, eguali ai lati *b a* ed *a c* non che all'interposto angolo *b a c*, in forza del teorema precedente rimane dimostrato che ambedue i triangoli sono eguali, **C. D. D.**

Corollario (analogo ai coroll. II e III del § 1178). Se dati eguali un lato con un angolo adiacente, l'altro angolo sia maggiore, anche il lato opposto a quest' angolo sarà maggiore. Infatti all'angolo A B S maggiore dell'A B C s'è dimostrato corrispondere il lato A S > A C. Se poi lo stesso angolo sarà minore, il lato opposto sarà pur minore, come si è provato che all'A B O < A B C corrisponde A O < A C.

1181. **Teorema** XXXIX. *Dati eguali due angoli in un triangolo, sono pure eguali tra loro i lati opposti ai medesimi.*

Costruzione. Sia il triangolo H D G (fig. 137) in cui gli angoli D H G e H D G sieno eguali; saranno eguali anche i lati H G e G D: cioè il triangolo sarà *isoscele* (§ 1021).

Fig. 137.

Dimostrazione. Se D G sia maggiore di H G, potrà esservi una parte D Q = H G. Condotta l'H Q, si considerino i due triangoli H D G e H Q D. In essi il lato H D è comune, il lato Q D per ipotesi = H G, e gli angoli intercetti fra i lati eguali, cioè G H D e H D Q sono eguali; dunque i due triangoli dovrebbero essere eguali, lo che è assurdo perchè l'uno è parte dell'altro. Per egual modo se G D fosse minore di H G, tagliando nell H G una porzione H N = G D, si arriverebbe ad eguale assurdo. Laonde D G non potendo essere nè maggiore nè minore di H G, gli sarà dunque eguale, **C. D. D.**

1182. **Teorema** XXXX. *Dati eguali due lati in un triangolo, i due angoli opposti sono eguali.*

Costruzione. Nella figura precedente, dati eguali H G e G D, gli opposti angoli G D H e G H D deono essere eguali.

Dimostrazione. Se l' angolo in G H D fosse maggiore, mediante l' H Q potrebbe farsi un angolo Q H D = G D H. Allora nel triangolo Q H D, per la proposizione precedente essendo eguali gli angoli, il lato H Q sarebbe eguale a Q D. Aggiugnendo a queste linee la quantità comune Q G sarebbe H Q + Q G = Q D + Q G = D G. Ma D G = H G, quindi s'avrebbe H Q + Q G = H G, il che è assurdo (§ 1056). Se poi l'angolo G H D fosse minore di G D H, con eguale costruzione diminuendo l' angolo in D con una retta da D ad N, si arriverebbe allo stesso assurdo: dunque l'angolo in H non può essere ch'eguale all'angolo in D, **C. D. D.**

1183 **Teorema** XLI. *Un triangolo* equilatero *ha tutti gli angoli eguali, e un triangolo* equiangolo *è per converso* equilatero.

Dimostrazione. Non è che Corollario de' teoremi precedenti.

1184. **Teorema** XLII. *Se in due triangoli i lati sono rispettivamente eguali, sono anche eguali gli angoli opposti ad eguali lati.*

Costruzione. Ne'due triangoli A C B, A D B (fig. 138) i lati A C = A D, C B = B D, e gli altri due essendo pure eguali si soprappongano in un solo comune A B. I vertici C e D si uniscano colla C E D.

Dimostrazione. Si consideri il nuovo triangolo C B D. Avendo esso i

lati eguali B C e B D, avrà pure l' angolo B C D = B D C (pel Teorema § 1182). Nell' altro triangolo C A D, essendo A C = A D, sarà l'angolo A C D = C D A. Da queste due equazioni sommate, si ha B C D + A C D = B D C + C D A. Ma B C D + A C D è l'angolo B C A, e B D C + C D A = B D A; dunque B C A = B D A, i quali, essendo angoli eguali composti con lati eguali, non ponno appartenere che a triangoli eguali (Teor. § 1178), **C. D. D.**

Fig. 138.

1185. **Avvertenza.** I triangoli potrebbero essere formati di guisa che la linea C D (fig. 139) cadesse fuori della B A, e non la tagliasse come in E nel caso precedente: ma la proposizione sussiste egualmente. Condotta la C D, si ha il triangolo C B D, dove, essendo eguali i lati C B e B D, sono pure eguali gli angoli adiacenti al lato C D, cioè D C B = C D B. Nell'altro triangolo C A D, essendo C A = A D, sarà l'angolo D C A = C D A. Invece di sommare si sottraggano le due equazioni, e si avrà D C A — D C B = C D A — C D B: ma D C A — D C B = B C A, e C D A — C D B = B D A, dunque B C A = B D A, **C. D. D.**

Fig. 139.

1186. **Problema** XIX. *Data una retta, costruirvi sopra un triangolo equilatero* (§ 1020).

Costruzione. Sulla data A B (fig. 140), fatto centro in A, poi in B, con raggio o misura eguale all'A B si, descrivano due archi, e dal punto C di loro intersezione si conducano l'A C e l'A B. Si avrà A C = C B = A B.

Dimostrazione. L'A C e la B C sono eguali, perchè raggi d'un medesimo circolo; e perchè questo raggio è preso eguale all'AB, saranno dunque eguali tutti questi tre lati, e il triangolo sarà equilatero, **C. D. D.**

Fig. 140.

1187. **Problema** XX. *Formare un triangolo perfettamente eguale ad un altro.*

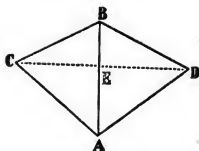
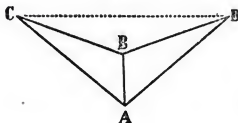
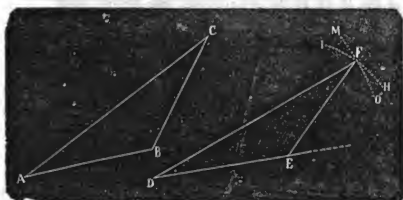



Fig. 141.

Costruzione. Dovendo costruire un triangolo eguale al dato A C B (fig. 141)

sopra una D E, si prendono due punti D, E tra loro distanti come l'A B del dato triangolo; poi nel punto D si descrive l'arco di circolo M F O con raggio D F = A C, e dal punto E l' arco H F I con raggio E F = B C; si congiugne il punto F con D ed E colle rette D F ed F E..

Dimostrazione. I tre lati D E, D F e F E essendo eguali a quelli A E, A C e C E, i due triangoli (§ 1183) saranno amendue eguali, **C. D. D.**

1188. **Teorema** XLIII. *Due parallele hanno le perpendicolari comuni.*

Costruzione e spiegazione. Si è gia dimostrato nel § 1111 (1), tuttavolta torna acconcia in questo luogo una dimostrazione desunta dalle proprietà dei triangoli. Sieno A B, C D parallele (fig. 142), e l'O P perpendicolare alla C D; vuolsi dimostrare che l' O P è pure perpendicolare all'A B. Da due punti E ed F equidistanti da P si elevino due rette G E ed H F perpendicolari sempre alla C D e si congiungano i punti G, P ed H colle rette G P e P H

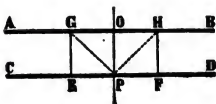
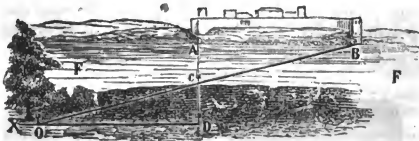



Fig. 142.

Dimostrazione. Ne' triangoli H F P e G E P si ha E P = P F, E G = H F, e gli angoli da cotali lati intercetti, cioè E ed F, eguali: dunque i triangoli sono eguali, e perciò G P = P H. Riguardando ora ai triangoli G O P e H O P, essi hanno O P comune, G P = P H, come si è dimostrato, e l'angolo G P O = H O P. Infatti se dagli angoli retti O P E ed O P F si levino G P E ed H P F eguali (perchè tali dimostrati i triangoli cui appartengono), saranno eguali pure i residui G P O e H P O. Dunque il triangolo P G O = P H O, e quindi anche gli angoli G O P e H O P eguali: ma essi sono al di qua e al di là della O P perpendicolare alla C D: dunque essa è pure perpendicolare all'A B, **C. D. D.**

1189. **Applicazione. Problema** XXI. *Rilevare la distanza tra due punti inaccessibili, ma in direzione nota tra loro.*

Costruzione. Vogliasi conoscere la lunghezza AB (fig. 143) al di là del

Fig 143.

fiume F F. Due biffe C e D sieno poste nella direzione perpendicolare al fiume, di cui suppongonsi le sponde parallele, e di faccia al punto A. La biffa D sia distante dalla C quant'è la larghezza A C (nota, ovvero da po-

(1) Benchè le proprietà principali delle parallele sieno state esposte nella Sezione precedente, tuttavolta ho creduto convenevole dimostrare come riescano pure evidenti, valendosi delle considerazioni desunte dalle proprietà de'triangoli.

tersi conoscere mediante i Problemi VI e XII, § 1103 e 1132). Al punto D s'innalzi la perpendicolare alla A D, cioè la D O indefinita verso X. Poi su questa D X si collochi la biffa nel punto O, d'onde, traguardando per le biffe O e C, s'incontri nell'altro punto B che si ricercava. La D O è la distanza A B. Questo problema può ricorrere opportuno per misurar la distanza di lavori fatti nella riva opposta del fiume, talora l'ampiezza d'una corrosione o d'una rotta, se arginato ecc.

Dimostrazione. Ne' triangoli C A B e C D O si ha AC = C D, l'angolo A C B = O C D, perchè opposti al vertice, e l'angolo D retto com' è supposto l'angolo A. Quindi ecc., **C. D. D.**

Avvertenza. Questa soluzione è limitata alla condizione che la distanza de'due punti inaccessibili sia in linea parallela al fiume F F, o più generalmente in linea perpendicolare alla visuale A C D.

1190. **Teorema** XLIV. *Due rette aventi comune una perpendicolare, ossia perpendicolari ad una terza, saranno parallele.*

Dimostrazione. È facile dedursi come Corollario del Teorema precedente (§ 1188).

1191. **Teorema** XLV. *Due perpendicolari a due parallele ne tagliano delle porzioni eguali.*

Dimostrazione. Nella penultima fig. 142 si è dimostrato che G O = O H. Il triangolo O P H essendo = H P F, come pure G O P = P G E, anche G O = E P, ed O H = P F. Quindi G O + O H = E P + P F ecc., **C. D. D.**

1192. **Teorema** XLVI. *Due linee parallele ad una terza linea, sono parallele tra loro.*

Dimostrazione. Sieno le due A B e C D supposte parallele alla E F (fig. 144). Si conduca una R P perpendicolare all'E F. Essa sarà pure perpendicolare alla A B (pel Teor. del § 1188), perchè A B è parallela ad E F, e per la stessa ragione sarà perpendicolare alla C D. Dunque A B e C D, essendo perpendicolari alla stessa P R, saranno tra loro parallele, **C. D. D.**

Fig. 144.

1193. **Teorema** XLVII. *Due parallele tagliate da una* secante *formano gli angoli* alterni *eguali.*

Dimostrazione. Cadendo una secante R S (fig. 145) su due parallele A B e C D, si ponno sempre condurre due perpendicolari O N ed S M, che saranno perpendicolari ad amendue le parallele (§ 1188). Nei triangoli O S N ed O M S havvi il lato comune O S, i lati M S ed O N sono eguali (perchè perpendicolari tra parallele); di più S N = M O (pel Teor. § 1191). Dunque i due triangoli sono eguali: quindi l'angolo M O S = O S N, perchè opposti agli eguali lati M S ed O N; così pure l'angolo O S M = N O S, perchè opposti ad M O ed N S. Ma sono pure eguali gli angoli retti M S C ed

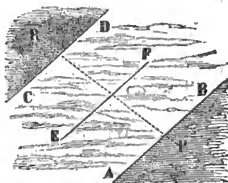
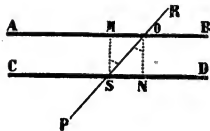



Fig. 145.

NOB; quindi l'angolo $MSC + OSM = NOB + NOS$. Ma MOS ed OSN sono gli angoli alterni, e gli altri due alterni sono $CSO = MSC + OSM$, e $SOB = NOB + NOS$: dunque questi e quelli sono eguali, **C. D. D.**

1194. **Teorema** XLVIII. *Due parallele tagliate da una secante formano gli angoli interni eguali a due retti.*

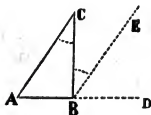
Dimostrazione. Nella figura 145 l'angolo ROB unito all'angolo BOS (§1087) eguagliano due retti. Ma $ROB = AOS = OSD$. Dunque $OSD + BOS$ eguagliano due retti

1195. **Teorema** XLIX. *Una secante forma con due parallele l'angolo interno eguale all'esterno opposto dalla stessa parte.*

Dimostrazione. Nella stessa figura l' angolo $ROB = MOS$, perchè opposti al vertice: ma $MOS = OSN$, perchè alterni (§ 1193): dunque $ROB = OSD$.

1196. **Teorema** L. *In un triangolo, l'angolo esterno eguaglia la somma dei due interni ed opposti.*

Costruzione. Dato un triangolo ABC (fig. 146), prolunghisi il lato AB in D; l'angolo esterno CBD eguaglia i due interni opposti A e C. Conducasi la BE parallela al lato AC.

Fig. 146.

Dimostrazione. L'angolo $EBC = ACB$, perchè alterni tra le parallele AC e BE; così $EBD = CAB$, perchè interno l'uno ed esterno l'altro dalla stessa parte; dunque $EBC + EBD = ACB + CAB$. Ma $EBC + EBD = CBD$. Dunque ecc., **C. D. D.**

1197. **Teorema** LI. *In un triangolo tutti i tre angoli eguagliano due retti.*

Dimostrazione. L'esterno CBD della figura precedente unito all'angolo CBA eguaglia due retti. Ma $CBD + CBA = BCA + CAB + CBA$ (Teor. precedente). Dunque i tre angoli sono eguali a due retti, **C. D. D.**

Corollario I. *Dato il valore di due angoli, si conosce anche quello del terzo:* perch' è compimento a due angoli retti.

Corollario II. *Se un triangolo ha due angoli eguali a due d'altro triangolo, avrà eguale anche il terzo.*

Corollario III. *In un triangolo* RETTANGOLO, *gli altri due angoli sono di necessità acuti.*

Corollario IV. *Se il triangolo, oltre essere* RETTANGOLO, *è* ISOSCELE, *i due angoli acuti, essendo eguali, sono* SEMIRETTI, *cioè* 45 *gradi ciascuno.*

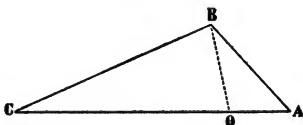
Corollario V. *Nel triangolo* EQUILATERO, *dove ciascun angolo è eguale,* sarà quindi *ognuno la terza parte di due retti, cioè di* 60 *gradi.*

1198. **Teorema** LII. *In ogni triangolo* al maggior *lato s' oppone* il maggior angolo, *ed* al maggior angolo il maggior lato.

Costruzione. Sia ACB (fig. 147) un triangolo ove sia $AC > CB$: l' angolo B sarà maggiore di A. Se invece sia l' angolo $B > A$, sarà $AC > CB$. Conducasi una retta OB, onde sia $CO = CB$.

Dimostrazione. Sarà COB un triangolo isoscele dove l' angolo $COB = CBO$. Ma l'angolo COB, essendo esterno dell' altro triangolo BOA, eguaglia i due angoli interni ed opposti OAB ed OBA. Dunque

l'angolo C B O = O A B + A B O, e tanto più poi l'intero A B C > C B O sarà > O A B, **C. D. D.**

Fig. 147.

Se il lato C A opposto al maggior angolo C B A non è maggiore di C B, gli sarà eguale o minore. Se fosse eguale allora il triangolo sarebbe isoscele, e l'angolo B non potrebbe essere maggiore di A, lo che sarebbe contro il supposito. Se fosse minore l'angolo C B A sarebbe < C A B (pel Teor. preced.), lo che sarebbe pur contro l'ipotesi. Dunque non può essere che maggiore, **C. D. D.**

1199. **Teorema** LIII. *In due triangoli* A C B, *a c b* (fig. 148) sia A C = *a c*, e B C = *b c*, se l' angolo B opposto al lato A C sarà eguale all'angolo *b* opposto al lato *a c*, e *l'angolo* A *della stessa specie* (cioè ottuso o retto o acuto) come l' altro *a*, anche il terzo lato A B sarà eguale al terzo lato *a b*, cioè *i due triangoli saranno eguali.*

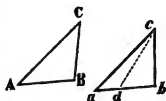
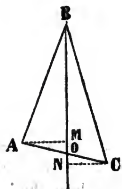
Fig. 148.

Dimostrazione. Suppongasi prima che gli angoli A ed *a* sieno acuti. Se non è A B = *a b*, ma < *a b*, sarà eguale a una sua porzione *b d.* Allora condotta la *d c* sarà il triangolo *d c b* = A B C, perchè in essi *c b* = B C, *d b* = B A, e l'intercetto angolo B = *b*. Quindi essendo *a c* = A C, se *d c* = A C, anche *d c* = *a c.* Onde il piccolo triangolo *a c d* sarà isoscele, e l'angolo *c d a* = *c a d*, e ciascun d' essi minor di un retto, cioè acuto. Ma al di qua e al di là della linea *d c* se *c d a* è *acuto*, *c d b* dovrà essere *ottuso*: onde l'angolo A di cui si è detto eguale *c d b*, sarà esso pure ottuso, lo che non può sussistere, essendosi fatto l'ipotesi che sia acuto. Lo stesso può provarsi supponendo A B > *a b*, replicando la stessa costruzione nel triangolo A C B. Dunque ecc., **C. D. D.**

1200. **Bissettrice.** Chiamasi bissezione la divisione d'un'estensione qualunque in due parti eguali. Quindi *bissettrice* dell' angolo la linea che lo divide in due angoli eguali, siccome s'è detto al § 1163, rimanendo ora da conoscere la sua proprietà relativamente ai triangoli.

Fig. 149.

Teorema LIV. *La bissettrice dell' angolo d' un triangolo divide il lato opposto a quell'angolo in due parti proporzionali ai lati adiacenti.*

Spiegazione. Nel triangolo A B C (fig. 149) la B O divide il lato A C in due parti proporzionali ai lati A B e B C.

Dimostrazione. Protratta la B O e condotta l'A M

e la C N perpendicolari alla *bissettrice* B A, il triangolo rettangolo A M O ha l'angolo acuto M A O eguale all'angolo acuto O C N dell'altro triangolo rettangolo O C N, onde sono *simili* (§ 1202); quindi pel § 1203 Teor. LVI e § 1120

-:-:- A O : O C :: A M : C N.

Ma i triangoli A M B e C N B sono rettangoli ed hanno l'angolo acuto A B M = C B N (perchè divisi così nell'angolo A B C dalla bissettrice B O) quindi -:-:- A M : C N :: A B : B C;
dunque -:-:- O : O C :: A M : C N :: A B : B C, **C. D. D.**

Corollario. Nel triangolo isoscele la sua base è divisa dalla *bissettrice* in due parti eguali, essendo infatti eguali anche i lati.

[2] Triangoli simili.

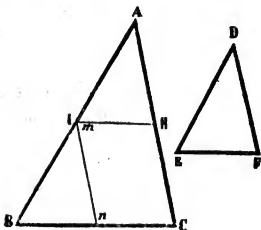
1201. Si è data al § 995 la definizione del vocabolo *similitudine* in senso geometrico. In senso più lato una cosa è simile ad un'altra secondo il concetto sotto il quale amendue si riguardino. Per esempio, nel definire il *numero* (§ 170) si è detto che in mezzo ad un gruppo di cose *simili* l'attenzione concentrandosi sovra una sola di esse, ne risulta l'astrazione della unità. In questo caso le cose *simili* possono essere oggetti qualunque, la loro *similitudine* è ristretta al solo concetto di cose che esistano. Cento animali possono essere tutti differenti quanto lo è, a mo' d'esempio, una mosca da un elefante, ma sono oggetti *simili* sotto la semplice considerazione di esseri animati. Ma nel senso geometrico cento triangoli non si dicono *simili* tra loro (e così accade dell'altre figure), se non hanno date condizioni per cui un triangolo la cui base sia un millimetro può essere *simile* ad altro che abbia la base lunga un chilometro. Perciò chiamansi in generale poligoni *simili* tra loro quelli che hanno angoli eguali ciascuno a ciascuno, e i lati *omologhi* proporzionali, intendendo essere *omologhi* i lati che hanno eguale posizione rispetto al poligono.

1202. **Teorema** LV. *I triangoli che hanno tra loro due angoli eguali, sono simili.*

Dimostrazione. Essendo eguali due angoli, deve essere eguale anche il terzo (§ 1197): quindi ecc., **C. D. D.**

1203. **Teorema** LVI. *I triangoli simili hanno i lati proporzionali.*

Fig. 150.

Dimostrazione. Se il triangolo (fig. 150) D E F è simile all'A B C, sarà l'angolo in D eguale all'angolo in A, e soprapposto il minore al maggiore, i punti E ed F coincideranno coi punti I ed H. Siccome l'angolo A I H eguale all'angolo D E F è pure eguale all'angolo A B C: quindi l'I H sarà parallela alla B C e taglierà l'A B e l'A C in parti proporzionali all'A I ed A H (§ 1120). Se si fosse sovrapposto l'angolo E all'angolo B,

si avrebbe per egual ragione la $m\,n$ parallela all'A C, e quindi la proporzione B m : B C : : B n : B A. Dunque ecc., **C. D. D.**

1204. **Teorema** LVII. *I triangoli che hanno i lati proporzionali tra loro, sono simili, cioè hanno gli angoli eguali.*

Dimostrazione. Risulta dalla reciproca dipendenza dimostrata pel Teor. precedente.

1205. **Teorema** LVIII. *I triangoli che hanno un angolo eguale, compreso tra due lati proporzionali, sono simili.*

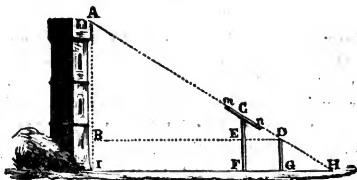
Dimostrazione. Se l'angolo A è eguale all'angolo D (fig, 150), ed inoltre sia D E : A B : : D F : A C, portando D E da A in I, e D F da A in H, la retta I H dovrà essere parallela a B C, dunque pel Teor. preced. ecc., **C. D. D.**

1206. **Teorema** LIX. *I triangoli che hanno i lati rispettivamente paralleli o perpendicolari sono simili.*

Dimostrazione. Nasce di corollario ai Teor. precedenti.

Applicazioni.

1207. Problema XXII. Misurare altezze accessibili.

Fig. 151.

Costruzione. Con poche biffe e un perpendicolo si può misurare l'altezza A I d'una torre accessibile. Alla stazione, per esempio, F (fig. 151), la quale sia a livello col punto I della torre, si collochi, fissata verticalmente col mezzo del perpendicolo, la biffa C F. A qualche distanza pongasi altra biffa D G pure verticale. Questa s' affondi nel terreno quanto basti perchè traguardando la sua sommità con quella della biffa C F, il raggio visuale che passa pei punti D e C s'incontri colla sommità A della torre.

Dimostrazione. Come appare dalla figura s'hanno due triangoli. Il triangolo D E C di cui un lato è la distanza orizzontale D E delle due biffe, l'altro è E C, cioè a dire, la differenza d'altezza tra le due biffe, infine C D la distanza tra le due cime C e D delle biffe medesime. L' altro triangolo è D G A, i cui tre lati sono: D B, distanza della biffa più lontana D G dalla torre B A, ch'è eguale ad A I — B I, cioè all'altezza totale della torre meno l'altezza della biffa D G; e D A, distanza della sommità della stessa biffa dalla sommità della torre. Ora questi triangoli sono simili, perchè hanno un angolo comune ch'è quello in D, altri due eguali che sono i due retti

CED e ABD, quindi eguali anche gli altri due ECD e BAD. Avranno perciò i lati anche proporzionali, onde

sarà $\div\,\, DE : CE :: DB : BA$

dunque (§ 265) $BA = \frac{CE \times DB}{DE}.$

Se, per esempio, sia la biffa CF alta metri 2, 50 e la DG m. 1, 50 avremo CE = 1; se la distanza dalla biffa DG alla torre sia di 100 metri, avremo GI, ossia DB = 100. Se infine la distanza tra le due biffe sia di 2 metri, avremo FG, ossia DE = 2. Sostituiti questi valori nell'equazione superiore sarà $BA = \frac{1 \times 100}{2} = 50.$

Ma l'altezza della torre è BA + BI ed è BI = DG = m.i 1 50; quindi BA + BI = 50 + 1, 50 = 51, 50, altezza totale della torre che si ricercava.

Avvertenza. Volendo impiegare una sola biffa CF conviene notare il punto H ove il raggio visuale s'incontra col terreno supposto orizzontale IH. In questo caso conviene munire il paletto CF di un regolo o piccolo tubo mobile nel punto C che s'inclini, come la figura in *mn* a sufficienza chiarisce. I triangoli simili sono allora HAI e HCF: e la proporzione

$$HF : CF :: HI : AI$$

onde $AI = \frac{CF \times HI}{HF}.$

1208. **Problema** XXIII. **Misurare distanze inaccessibili.**

Costruzione. Quando si volesse conoscere (con metodo diverso dal Problema XIX) che distanza esista dal punto G al piede I della torre, semprecchè si conoscesse l'altezza di questa, operando nello stesso modo si avrebbe la proporzione come sopra, DE : CE :: DB : BA; ma cercandosi il valore di DB, invece di quello di BA, si trarrebbe dalla proporzione, rilevando $DB = \frac{BA \times DE}{CE}.$

Suppongasi BA eguale a m.i 50, restando DE, come sopra, eguale a m.i 2, e CE = m.i 1, sarà $DB = \frac{50 \times 2}{1}, = 100$, come dovea risultare in forza dell'antecedente supposito.

1209. **Problema** XXIV. Altro modo di **misura delle altezze accessibili.**

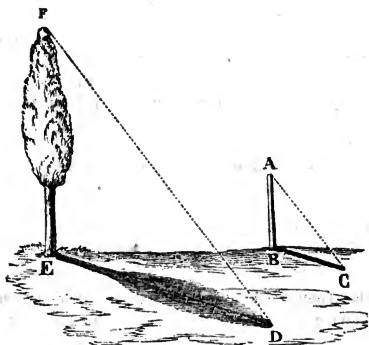
Costruzione. Misurando la lunghezza dell'ombra sul terreno dell'oggetto di cui si cerca l'altezza, e confrontandola con quella di un palo d'altezza nota, si ottiene la misura ricercata. Sia BC (fig. 152) la lunghezza dell'ombra sul terreno in piano orizzontale, proiettata da un palo AB collocato esattamente verticale. Sia DE la lunghezza di quella, per esempio, del pioppo EF.

Dimostrazione. Siccome l'ombre sono proporzionali alle altezze, abbiamo qui pure una proporzione:

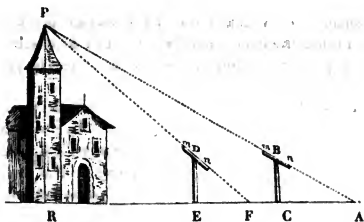
$$\div\,\, CB : DE :: BA : FE,$$

d'onde $FE = \frac{DE \times BA}{CB},$

ma conviene nello stesso momento segnare in terra i punti D e C, perchè le lunghezze delle ombre variano da un istante all'altro; oltracciò che la

Fig. 152.

cima F sia in quel momento immobile, ed infine che le ombre sieno ben distinte e la superficie su cui cadono appieno orizzontale.

1210. Problema XXV. Misurare altezze inaccessibili.

Fig. 153.

Costruzione. Vogliasi conoscere l'altezza dell'edificio R P (fig. 153). Non potendosi accedere al medesimo, non si può ricavare la proporzione in cui entri per termine la distanza nota dell'osservatore dall'oggetto da misurare, come si è fatto pel caso del § 1208. Perciò si ricorre a due diverse stazioni E e C, ove si piantano due biffe d'eguale altezza, poste nella medesima linea, collocate verticali, ed in modo che il loro piede rimanga a livello colla base R dell'edificio. Le indicate biffe D E e B C si forniscano di regoli o tubi, come si disse nel § 1207, e similmente traguardando alla cima P, si dispongano i regoli secondo i raggi visuali F D P ed A B P, notando esattamente nel terreno i punti F ed A, che deono essere sulla linea orizzontale A F R.

Dimostrazione. Avremo i due triangoli simili F E D ed F R P, d'onde la proporzione ∴ D E : F E :: R P : F R;
e gli altri due triangoli pur simili A B C ed A R P, onde l'altra proporzione B C : A C :: R P : A R.
Dalle quali proporzioni trarremo le seguenti equazioni :

$$FR = \frac{FE \times RP}{DE} \quad \text{ed} \quad AR = \frac{AC \times RP}{BC},$$

le quali, sottratte l'una dall'altra (§ 1009) danno

$$AR - FR = \frac{AC \times RP}{BC} - \frac{FE \times RP}{DE}$$

Ma B C = D E (eguale altezza delle due biffe) dunque

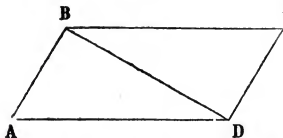
$$AR - FR = \frac{AC \times RP}{BC} - \frac{FE \times RP}{BC} = \frac{(AC - FE) \times RP}{BC}.$$

E siccome $AR - FR = AF$, sarà $AF = RP \times \frac{AC - FE}{BC}$, d'onde la ricercata altezza inaccessibile $RP = \frac{AF \times BC}{AC - FE}$, cioè eguale alla distanza tra i due punti F ed A, moltiplicata per l'altezza d'una delle biffe, e divisa per la differenza ch'è tra le due lunghezze C A ed E F, **C. D. D.**

[3] Triangoli e tetrangoli.

1211. **Tetrangolo** si disse (§ 1172) equivalere a quadrilatero, cioè poligono a quattro angoli, e si definì il *quadrato* (§ 1024), il *rettangolo* (§ 1025), il *rombo* (§ 1026), il *romboide* (§ 1027), il *parallelogrammo* (§ 1030) ed il *trapezio* (§ 1028), che tutti comprendonsi nella denominazione di tetragono o tetrangolo che voglia dirsi. La *diagonale* divide naturalmente questi poligoni in due triangoli, quindi le proprietà di questi servono a dimostrazione delle proprietà di quelli e viceversa, onde le proposizioni che ora succedono.

1212. **Teorema** LX. *Ogni parallelogrammo ha i lati* opposti *eguali.*

Fig. 154.

Costruzione. Sia il parallelogrammo A B C D: conducasi la diagonale D B (fig. 154).

Dimostrazione. I triangoli A D B e C D B hanno il comun lato D B, l'angolo A B D = B D C, e l'angolo A D B = C D B pel Teorema § 1180: dunque sono eguali tra loro. Quindi i lati A B = D C, e A D = B C, siccome opposti ad angoli eguali, **C. D. D.**

Corollario. Due parallele comprese tra due altre parallele sono eguali tra loro.

1213. **Teorema** LXI. *Un quadrilatero che abbia i lati opposti eguali, gli ha pure paralleli ed è un parallelogrammo.*

Dimostrazione. Infatti i due triangoli D C B e D B A sono eguali, perchè i loro lati suppongonsi rispettivamente eguali, essendo poi D B comune.

Quindi si ha l'angolo C D B = A B D, e l'angolo C B D = B D A; ma i due primi sono angoli alterni delle due rette D C e A B, dunque esse sono parallele; gli altri due sono alterni delle due D A e B C, dunque sono esse pure parallele: quindi D A B C è un parallelogrammo, **C. D. D.**

1214. **Teorema** LXII. *Un quadrilatero che abbia due lati opposti paralleli ed eguali, ha pure gli altri due paralleli, ed è un parallelogrammo.*

Dimostrazione. I due triangoli B C D e D B A hanno un lato comune, ed i lati D C ed A B, che suppongonsi i due paralleli, eguali: oltracciò l'angolo C D B = D B A, perchè alterni di esse parallele. Dunque eguali i due triangoli; quindi B C = A D, che sono gli altri due lati del quadrilatero, e di più l'angolo A D B = D B C, che sono alterni fatti dalla D B sulle dette A D e B C, che sono perciò parallele, **C. D. D.**

1215. **Teorema** LXIII. *Le due diagonali di un parallelogrammo si tagliano in giusta metà.*

Costruzione. Sia A B C D il parallelogrammo, A C e D B le due diagonali (fig. 155).

Fig. 155.

Dimostrazione. Ne' triangoli C O B e D O A sono B C = A D, l'angolo A D O = O B C, e l'angolo D A O = B C O (perchè alterni ecc.). Dunque eguali i triangoli, e C O = A O, e B O = D O, **C. D. D.**

Corollario I. Nel *rombo*, ch'è parallelogrammo con tutti i lati eguali, le due diagonali si tagliano ad angolo retto.

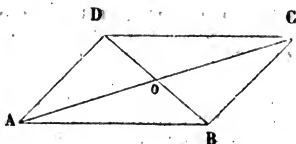
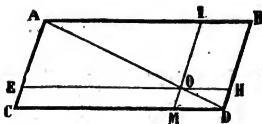
Corollario II. Due angoli adiacenti in un parallelogrammo eguagliano due retti (perchè interni tra due parallele).

Corollario III. I quattro angoli equivalgono a quattro retti (pel Corollario precedente).

1216. **Teorema** LXIV. *Condotte due parallele ai lati del parallelogrammo per qualsisia punto della sua diagonale, formano quattro parallelogrammi, di cui due sono eguali.*

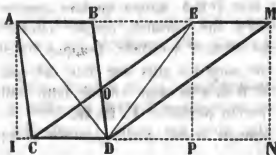
Costruzione. Pel punto O (fig. 156) della diagonale A D del parallelogrammo A B C D conducansi la M I parallela alla B D, e la E H parallela alla C D.

Fig. 156.

Dimostrazione. Evidenti risultano i quattro parallelogrammi E I, E M, I H, O D dei quali E M ed I H che non sono traversati dalla diagonale sono eguali tra loro. Infatti si ha il triangolo A B D = A D C, l'altro A I O = O E A, e così il triangolo O H D = D M O. Quindi possiamo comporre l'equazione di triangoli A B D — A I O — O H D = A D C — O E A — D M O. Ma il parallelogrammo I H è appunto eguale ad

A B D — A I O — O H D, e l'altro E M = A D C — O E A — D M O: dunque E M = I H, **C. D. D.**

1217. **Teorema** LXV. *I parallelogrammi che posano sulla stessa base e chiusi nelle stesse parallele, sono eguali.*

Costruzione. Sieno i due B C e C M posti sull'identica base C D e chiusi dalle stesse parallele A B E M e C D (fig. 157).

Fig. 157.

Dimostrazione. Si ha il triangolo C A E = D B M (perchè in essi C E = D M, l'angolo C E A = D M A, l'angolo C A E = D B M, e quindi eguali gli altri angoli adiacenti alla C E e D M, cioè E C A = M D B). Onde il quadrilatero A B O C = E O D M (perchè si sottrae d'amendue il comune triangolo B O E). S'aggiunga in comune ai due quadrilateri il triangolo C O D, e si avrà A C B O + C O D = E O D M + C O D. Ma A C B O + C O D = C B ed E O D M + C O D = C M: dunque i due parallelogrammi C B e C M sono eguali, **C. D. D.**

1218. **Teorema** LXVI. *I triangoli che hanno ugual base e chiusi nelle stesse parallele, sono eguali.*

Dimostrazione. Nella figura stessa 157, e per l'antecedente Teorema, il triangolo C A D è metà del parallelogrammo C B, e l'altro triangolo C D E, posto sulla stessa base C D e chiuso fra le stesse parallele C D P e A B M, è metà del parallelogrammo C M. Ora si è dimostrato C B = C M, dunque saranno pure eguali le loro metà, cioè il triangolo C A D = C D E, **C. D. D.**

1219. **Teorema** LXVII. *I triangoli che hanno la stessa base ed altezza sono eguali.*

Costruzione e spiegazione. Preso per base il lato C D (nella fig. 157 precedente) pe' due triangoli C A D e C D E, l'A I perpendicolare alla linea di base C D è l' altezza del primo triangolo, come E P, pure perpendicolare alla stessa base C D protratta nell' altro senso, è l' altezza del triangolo C D E.

Dimostrazione. Questi due triangoli sonosi dimostrati eguali; ma le loro altezze A I ed E P sono pure eguali, perchè tutte le perpendicolari comprese tra parallele sono eguali. Dunque i triangoli eguali che hanno egual base hanno egual altezza, e quindi inversamente quando hanno eguali base ed altezza, sono eguali, **C. D. D.**

1220. **Teorema** LXVIII. *I parallelogrammi d'ugual base ed altezza sono uguali.*

Dimostrazione. Risulta evidente dalla dimostrata eguaglianza dei triangoli ne' quali un parallelogrammo può sempre supporsi diviso. Inoltre nella figura precedente A I ed E P sono pure le altezze dei parallelogrammi C B e C M, e si ha A I = E P come C B = C M. Dunque ecc., **C. D. D.**

Corollario I. L'eguaglianza dei triangoli e parallelogrammi risulta parimenti quando la loro base, senza essere comune, sia eguale.

Corollario II. Similmente saranno eguali i triangoli e parallelogrammi

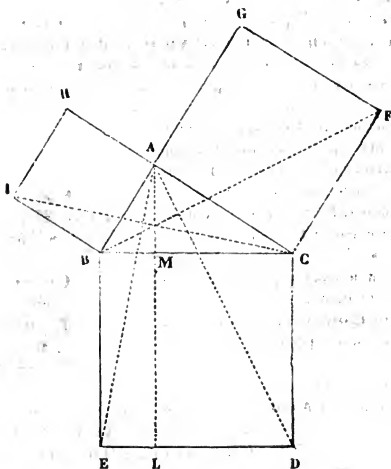
d' egual base, quando chiusi in parallele, ancorchè non sieno le medesime, purchè abbiano la eguale distanza tra loro.

Corollario III. Un triangolo e un parallelogrammo, aventi la stessa base ed eguale altezza, ossia compresi tra le stesse parallele, sono il primo eguale alla metà del secondo, ossia il parallelogrammo è doppio del triangolo.

[4] Ipotenusa.

1221. **Teorema LXIX. Ipotenusa.** *Nel triangolo rettangolo il quadrato del lato opposto all' angolo retto è eguale alla somma de' due quadrati formati sugli altri due lati.*

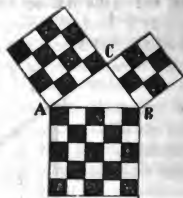
Costruzione e spiegazione. **Ipotenusa** chiamasi in un triangolo rettangolo il lato opposto all'angolo retto del triangolo, e **Cateti** gli altri due lati. Sia il triangolo rettangolo A B C (fig. 158), nel quale l'angolo B A C

Fig. 158.

sia il retto, onde B C l'*ipotenusa*. Costruiscasi sul lato B C il quadrato B D; sul lato A B il quadrato B H; e sull'altro lato A C, il quadrato C G. Pel teorema presente si dichiara che il quadrato B D è eguale alla somma dei quadrati B H e C G. Dal vertice A dell'angolo retto B A C si conduca l'A L parallela alla B E e quindi perpendicolare alla B C ed alla E D (perchè nel quadrato B D il lato E D deve essere parallelo al lato B C e perpendicolare al lato B E, che è pure perpendicolare al lato B C). Di più si conducano l' A E e l'A D, e così dal vertice B ad F la B F, e dall'altro vertice C ad I la C I.

Dimostrazione. I due triangoli A C D e B C F sono eguali: perchè il lato A C = C F *(essendo lati d'uno stesso quadrato)*, il lato C D = B C *(per la stessa ragione)* e l'angolo A C D = B C F *(perchè si hanno gli angoli* A C D = B C D + A C B = B C F = F C A + A C B, *dove* B C D ed F C A *sono eguali, perchè ambedue retti, ed* A C B *comune)*. Ma il triangolo A C D ha la base comune col rettangolo C D L M, ed ha la stessa altezza *(perchè compresi ambedue tra le parallele* C D *ed* A L): dunque è eguale alla metà di esso rettangolo (Coroll. III, § 1220). Per egual ragione si ha il triangolo B C F eguale alla metà del quadrato A C F G. Dunque, se il triangolo A C D = B C F, sarà pure eguale il loro doppio, cioè il rettangolo C M L D = al quadrato A C F G. Nello stesso modo si dimostra che l'altro quadrato A B H I è eguale all'altro rettangolo B M E L.

Abbiamo dunque C M L D = A C F G, e B M E L = A B H I.
Sommando C M L D + B M E L = A C F G + A B H I,
ossia B C D E = A C F G + A B H I, C. D. D.

1222. **L'Ipotenusa** divenne celebre per la dimostrata sua proprietà trovata da PITAGORA, del quale disse la favola che facesse sagrificio di cento bovi alle Muse, a rendimento di grazie per sì grande scoperta, tanto tennesi meravigliosa; sacrificio di cui rideasi COTTA con ragione nelle *Tusculane* di CICERONE, perciocchè non possibile da filosofo, più che altri mai, abborrente lo spargere sangue, ancorchè d'animali. Tuttavolta è questo teorema sì famoso, che non reputo disutile aggiugnerne una specie di dimostrazione grafica. Il triangolo rettangolo A B C (figura 159) abbia il lato A B = 5, il lato A C = 4, il lato C B = 3. Per la proprietà dimostrata dev'essere $AB^2 = AC^2 + CB^2$ ossia $5^2 = 4^2 + 3^2$: ed infatti $25 = 16 + 9$, come si rileva numerando i quadratelli delineati nella stessa figura.

Fig. 159.

1223. **Triangolo rettangolo isoscele.** La dimostrata proprietà del triangolo rettangolo riesce anco più sensibile, se il triangolo sia inoltre *isoscele*.

Infatti il triangolo A C B (fig. 160), essendo C A = C B, è eguale ai triangoli A B E, A N E, A D C, A M D, C O B, C O F, F O G e G O B, perchè in essi si hanno eguali fra loro tutti i lati A B, B E; E N, A N; M A, M D; D C, C A; C O, O B; C O, O F; F O, O G; G O, O B, e tutti eguali gli angoli intercetti dai detti lati. Quindi i quattro triangoli del quadrato C F G B sono eguali ai quattro di cui due nel quadrato A B E N, e due nel quadrato A M D C.

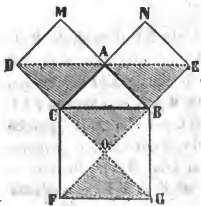
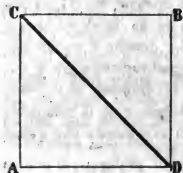



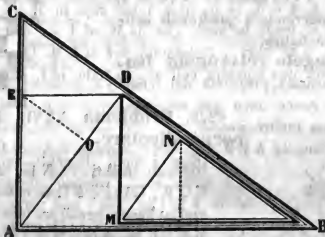
Fig. 160.

1224. **Avvertenza** sulla **diagonale del quadrato.** Dal suddistinto supposito

segue la dimostrazione, che *la diagonale d'un quadrato è incommensurabile, rispetto ai lati del quadrato medesimo.*

Fig. 161.

Infatti un quadrato A C B D (fig. 161) può sempre riguardarsi come composto di due triangoli rettangoli il cui lato comune è C D, diagonale del quadrato e in pari tempo *ipotenusa* de' suddetti triangoli. Si può dunque trarne le due equazioni $CD^2 = AC^2 + AD^2$, e $CD^2 = BC^2 + BD^2$; ma essendo A C = A D, come B C = B D, le stesse equazioni equivalgono alle quattro $CD^2 = 2\,AC^2$, $CD^2 = 2\,AD^2$, $CD^2 = 2\,BC^2$, $CD^2 = 2\,BD^2$. Volendo trovare i valori di C D, sarà $CD = \sqrt{2\,AC^2}$, e $CD = \sqrt{2\,AD^2}$ ecc. Ma $\sqrt{2\,AC^2}$ è lo stesso che $\sqrt{2}\,\sqrt{AC^2}$, onde, se anco il numero esprimente la lunghezza del lato qualunque sia intero, esso deve moltiplicarsi per $\sqrt{2}$, la quale ha soltanto per espressione un numero approssimativo, non mai intero nè esatto. Suppongasi anche che i lati del quadrato si esprimessero col numero 2, la diagonale x darebbe l'equazione $x^2 = 2^2 + 2^2$ ch'è 8, la cui radice ricade nel caso del 2, essendo essa $\sqrt{2} \times 2$.

1225. **Altre proprietà del triangolo rettangolo.** 1° La principale è che la perpendicolare calata dal vertice sull'ipotenusa, dall'angolo A (fig. 162) sulla B C nel triangolo A B C, quella perpendicolare divide il

Fig. 162.

triangolo in due altri *simili* A B D e A D C. Così proseguendo si hanno sempre triangoli *simili* A D M, D M B, e di poi M N D ed M N B ecc.

2° La stessa perpendicolare è media proporzionale tra i due segmenti dell'ipotenusa, perchè ne' triangoli *simili* i lati omologhi sono proporzionali. Quindi C D : A D :: A D : D B, e così A M : M D :: M D : M B ecc.

3° Che il cateto è medio proporzionale tra l'ipotenusa e il segmento

adiacente al cateto: cioè CD : CA :: CA : CB, e così DB : BA :: BA : BC.

Applicazioni.

La forma del triangolo rettangolo ci è rappresentata dalla squadra A C B (fig. 87), ed è frequente nelle costruzioni di armadure di legname ed altre opere architettoniche. Riesce poi assai facile mediante l'ipotenusa trovare l'estensione eguale alla differenza fra altre due date. Infatti ridotte queste a quadrati, si considera come *ipotenusa* il lato del quadrato maggiore, e per *cateto* quello del quadrato minore: compiendo con questi due lati un triangolo rettangolo si avrà nell'altro *cateto* il lato del quadrato equivalente all' estensione ricercata. Tornano pure utili i seguenti problemi di pratica applicazione.

1226. **Problema XXVI. Verificare le perpendicolari.**

Volendo assicurarsi se il confine B A (fig. 163) sia ad angolo retto con A C, misurate tre metri o eguali passi da A in B, ove porrete la biffa B: poi altri quattro da A in C; ponendo altra biffa in C. Se da C a B vi saranno 5 metri o eguali passi (§ 1222), quel confine è ad angolo retto.

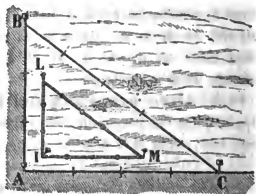
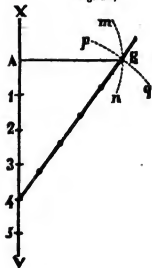
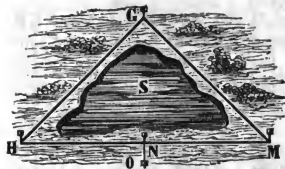
Fig. 163.

1227. **Squadra di corda.** Per riscontrare quel confine, o per comporsi una squadra, misurando una fune di 12 metri, e segnatene tre divisioni, ossia tre parti che sieno come i numeri 3, 4 e 5, se ne fissa i due capi in M (fig. 163), poi colle caviglie I ed L si tende in modo che da M ad I sia lunga 4 metri, e da I ad L metri 3, e gli altri 5 resteranno per la L M. Quando si operi con esattezza, si avrà una squadra coll' angolo retto in I, onde M I perpendicolare ad I L.

Fig. 164.

1228. **Problema XXVII. Elevare una perpendicolare.**

Oltre i modi descritti nei Probl. V e IX (§ 1095 ecc.), volendo elevare dal punto A della V X (fig. 164) una perpendicolare, si applicano le proprietà suddescritte, prendendo ad arbitrio dal punto A cinque misure eguali 1, 2, 3, 4 e 5. Con raggio eguale a tre di dette misure, fatto centro in A, si descrive l'arco *m n*: poi fatto centro nel 4, alla quarta misura, con raggio eguale a tutte le 5 misure stesse, descrivesi l' arco *p q*. Il punto E d' intersezione congiugnesi coll' A E, che è la perpendicolare alla X V, in vigore sempre di quanto è detto al § 1222.

1229. **Problema** XXVIII. *Calcolare l'altezza d'un triangolo nel suo interno inaccessibile.*

Fig. 165.

Soluzione. Poste le tre biffe G H M attorno allo stagno S (figura 165), collo squadro in N tenendo di mira H ed M si cerca nella H M di incontrare col traguardo anche il punto G. Misurate G M ed N M, essendo l'ipotenusa $GM^2 = GN^2 + NM^2$, ne trarremo $GN^2 = GM^2 - NM^2$ ossia la ricercata $GN = \sqrt{(GM^2 - NM^2)}$.

1230. **Problema** XXIX. **Lunghezza delle linee inclinate.** Se vogliasi conoscere quanto debba essere lunga una scala A C (fig. 166) per arrivare a nota altezza B C difesa da fosso o canale di cui si sappia la larghezza da A a B, si sommano i quadrati di B C ed A B, ed estraendo la radice di tale somma se n' ha la lunghezza A C. Sia $BC = 8$ metri, $AB = 6$ metri, avremo $AC = \sqrt{(8^2 + 6^2)} = \sqrt{(64 + 36)} = \sqrt{100} = 10$.

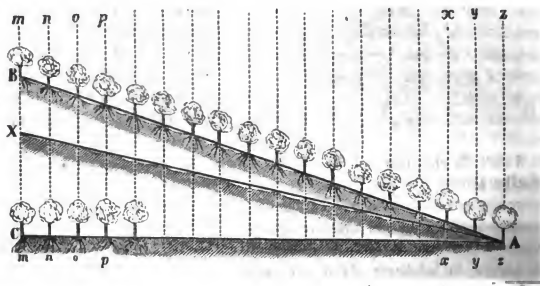
Fig. 166.

1231. **Problema** XXX. Data invece la altezza della costiera o sponda secondo la linea inclinata A C (fig. 167) e l'altezza del ciglio A sul piano, volendo indagare a quale linea orizzontale corrisponda, coll' accennata proprietà dell' ipotenusa avremo da $AC^2 = AB^2 + BC^2$ che $BC^2 = AC^2 - AB^2$. Quindi ne risulterà $BC = \sqrt{(AC^2 - AB^2)}$. Se $AC = 15$ ed $AB = 9$, sarà $BC = \sqrt{(15^2 - 9^2)} = \sqrt{144} = 12$.

Fig. 167.

1232. **Problema** XXXI. **Terreni in piano e in pendìo.** Una delle più singolari ed utili applicazioni emerge dalla considerazione de' terreni pendenti in confronto degli orizzontali. Le piante crescendo verticalmente, per la figura 168 si dimostra che pel ruolo, sia di fronde sia di radici, occorrendo loro eguale spazio, tanto se piantate sul terreno acclive AB quanto sull' orizzontale A C, ne potranno vegetare solo 18 sul terreno A B come sull'A C o altro qualunque A X. Ora la superficie del terreno, secondo alcuni, si misura pel quadrato dell' A B mentre deve proporzionarsi al quadrato dell'A C. Qual' è la differenza tra queste due maniere di calcolare la superficie del terreno inclinato? L'A B essendo *ipotenusa* nel triangolo fatto

coll' orizzontale A C e colla verticale B C abbiamo $AB^2 = AC^2 + BC^2$. Dunque la differenza sta nel quadrato della verticale B C. Perciò coloro

Fig. 168.

che calcolano le mappe de'fondi in pendìo sulla superficie inclinata, commettono aggravio pel coltivatore d'una estensione che si riferisce al quadrato dell'altezza verticale B C. Se sia l'A C = 410 metri, la B C = 130 metri, sarà l'A B = $\sqrt{}$ 410² + 130²) ossia $AB = \sqrt{168100 + 16900} = \sqrt{185000}$, cioè a metri 430 circa. Quindi la differenza di 430² da 410² equivale appunto al 130². Laonde prendendo la misura sull'A B si calcola come se potessero nella corrispondente superficie vegetare quasi 17 mila piante più che realmente non vi possano capire, ove si trattasse di piante occorrevoli d'un metro quadrato di superficie. Ma $16900 : 168100 > 1 : 10$. Dunque nel caso contemplato la valutazione è oltre al decimo eccessiva.

Sia invece $CX = 64$, essendo $AC = 410$, sarà $AX = \sqrt{(410^2 + 64\ )}$ $= \sqrt{(168100 + 4096)}$ o prossimamente $AX = 415$, ma il cui quadrato 172225 supera quello di A C di 4125, cioè sempre la superficie dovuta all'altezza verticale C X.

Della quale quistione sarà più completa ragione nel IV Libro, bastando ora avere fatto debito cenno d' applicazione dell' ipotenusa, che sarà d'uopo allora rimemorare.

[5] Costruzione de' quadrilateri.

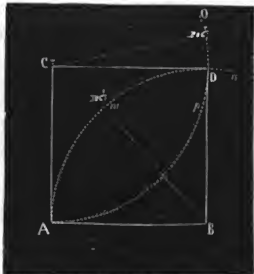
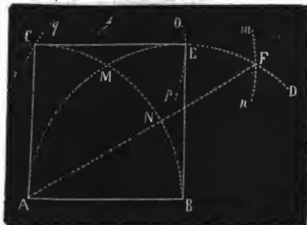
1233. **Problema** XXXII. *Costruire un quadrato sopra una retta data per lato.*

Costruzione. Sul punto A della data AB (fig. 169) s' eleva la perpendicolare $AC = AB$, e dai punti B e C con raggio eguale all'A B si de-

scrivono due archi *m n* ed *o p*, e il punto D di loro intersezione si congiugne con C e B.

Fig 169.

Altra costruzione. Sull' A B fatto centro in A con raggio eguale ad A B (fig. 170) descrivesi l' arco B C, e fatto centro in B collo stesso raggio descrivesi l'altro arco A D. Dal punto M d'intersezione de' due archi con egual raggio descrivesi l'arco *m n*, e dall'intersezione F si conduce una retta A F. Dipoi, fatto centro in M con raggio M N si trovano cogli archi *o p* e *q r* le intersezioni C ed E d' onde conduconsi le C A, C E ed E B che sono gli altri tre lati del quadrato.

Fig. 170.

Dimostrazione. La prima costruzione è per se stessa evidente; nella seconda basta riflettere che l' arco M B è tagliato per metà dall' A F. Ma l'arco M B è di 60 gradi, perchè misurato dal raggio dello stesso circolo, (§ 1151); onde M N è di 30 gradi, ed essendosi fatto M C eguale ad M N, l'angolo in A è misurato da 60 + 30 gradi, cioè è retto I lati pòi sono eguali ecc.

1234. **Problema** XXXIII. *Costruire il quadrato sopra una retta data per diagonale.*

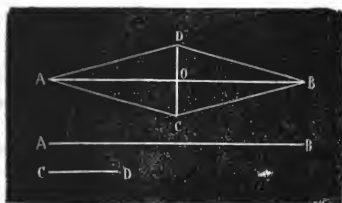
Costruzione. Da B ed A (fig. 171) estremità della data diagonale A B, con raggio maggiore della sua metà, si descrivono gli archi M ed N, e dai punti in cui si tagliano, conducesi l'indefinita C E. Si misura D E e D C eguali ad A B o D B, e dai punti C ed E conduconsi le rette E A, E B, A C e C B, che sono i lati del quadrato richiesto.

Fig. 171.

1235. **Rettangoli e parallelogrammi.** Non è d'uopo di descrizioni del modo di costruirli, discendendo da quelli indicati pel quadrato.

1236. **Problema** XXXIV. *Costruire il rombo.*

Date le diagonali A B e C D (fig. 172), quando si facciano intersecare tra loro perpendicolarmente e nel punto di mezzo di ciascuna, congiunti gli estremi colle A D, D B, B C e C A, si ha il *rombo* di cui sieno date le lunghezze delle diagonali.

Fig. 172.

1237. Problema XXXV. *Costruire il trapezio.* Sieno date la lunghezza della base A (fig. 173), quella del lato C ad essa parallelo, e quelle pure degli altri due lati F e G. Per costruire il *trapezio* che soddisfi a tali condizioni, sopra una retta M I lunga come A si segna una lunghezza M L = C. Dal punto I con raggio eguale ad uno degli altri lati, F, si descrive l'arco *m u*, che si taglia coll' arco *o p* descritto con raggio eguale al quarto lato G facendo centro in L. Dal punto D d'intersezione con raggio eguale al lato C si descrive altro arco *n* che tagliasi coll' arco *s* fatto da M con raggio eguale a G. Il quadrilatero M N D I è il trapezio richiesto.

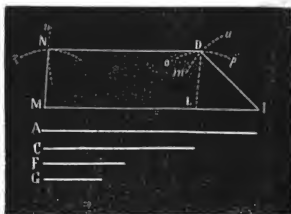



Fig. 173.

[6] Circoli.

1238. Nel secondo articolo della Sezione precedente s'indagarono le proprietà del circolo possibili a dimostrarsi con quelle sole nozioni preliminari. Ora sono da investigarne altre la cui soluzione è dipendente dalle considerazioni dei triangoli, e deve precedere quelle intorno altri poligoni.

1239. Avvertenza. Sino alla risoluzione del celebre teorema sull'*ipotenusa* ho date le dimostrazioni ristrette, ma sufficienti al rigore matematico delle geometriche argomentazioni. Quind' innanzi m'è d'uopo trapassarle o appena accennarle, perchè di troppo estenderebbero il presente Capitolo, che forse avrà già taccia di soverchiezza. D'altronde le proposizioni saranno esposte di guisa che l'agronomo, il quale abbia sin qui apprese le nozioni precedenti, possa di per sè con agevolezza interpetrare o dedurre le dimostrazioni per debito di brevità tralasciate.

1240. **Teorema** LXX. *La perpendicolare abbassata dal centro d' un circolo sulla corda, la divide in parti eguali.*

Fig. 174.

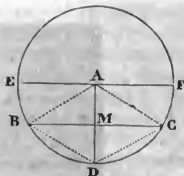
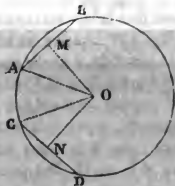
Dimostrazione. Nel circolo della fig. 174 dal centro A abbassata sulla corda B C la perpendicolare A D, essa la divide in due parti eguali M B ed M C. Condotti i raggi A B e B C risulta il triangolo isoscele A B C, e la perpendicolare dal vertice A alla sua base lo divide in due triangoli eguali, onde M B = M C.

1241. **Teorema** LXXI. *Nel medesimo e in eguali circoli le corde equidistanti dal centro sono eguali.*

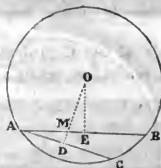
Fig. 175.

Dimostrazione. Essendo date O M ed O N eguali (fig. 175), e le corde C D ed A B divise da quelle perpendicolari in parti eguali (Teorema precedente), conducendo i raggi O C ed O A si hanno i triangoli O A M ed O C N rettangoli in M ed N, e quindi il terzo lato A M eguale al terzo lato C N; quindi A B = C D, perchè doppie di A M e C N, **C. D. D.**

1242. **Teorema** LXXII. *Di due corde la più vicina al centro è la maggiore, e viceversa.*

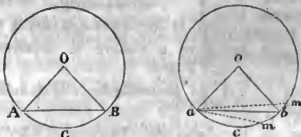
Fig. 176.

Dimostrazione. Alle corde A B ed A C (fig. 176) condotte le perpendicolari O D ed O E, si ha A M > A D, perchè A M obliqua rispetto alla A D perpendicolare sulla D O. Ma A E > A M, quindi tanto più A E > A D, e così l'intera A B > A C, **C. D. D.**

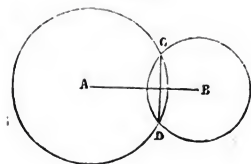
1243. **Teorema** LXXIII. *Di due corde la maggiore è più vicina al centro, e viceversa.*

Dimostrazione. Nasce di corollario dal precedente.

1244. **Teorema** LXXIV. *Gli archi eguali descritti collo stesso raggio, sono sottesi da corde eguali, e reciprocamente.*

Dimostrazione. (Già dimostrato in addietro § 1146). Soprapposto il cir-

Fig. 177.

colo O A B (fig. 177) sul suo eguale *o a b*, se l' arco A C B = *a c b*, il punto A coincide con *a*, e *B* con *b*, quindi ecc., **C. D. D.**

1245. **Teorema** LXXV. *Se due cerchi si tagliano, la retta condotta pei punti d'intersezione, è divisa per metà da quella condotta pe'loro centri.*

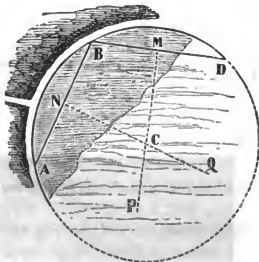
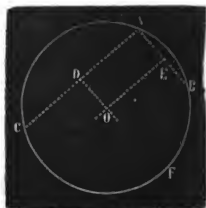
Fig. 178.

Dimostrazione. Ne'due circoli A e B che si tagliano in C e D (fig. 178), condotta dai centri A e B l'A B, si ha il punto A lontano da C quanto da D, e similmente B equidistante da C e da D. Perciò la A B è perpendicolare sul punto di mezzo della C D ecc., **C. D. D.**

1246. **Problema** XXXVI. *Dati tre punti non in linea retta, far passare pe'medesimi una circonferenza di circolo.*

Costruzione. I dati punti A B C (figura 179) si uniscano coll' A B ed A C; sul mezzo di queste, in E e D, si elevino le perpendicolari E O e D O. Dal punto O in cui si tagliano fatto centro, si descriva il circolo A B C, esso passerà pe' dati tre punti.

Fig. 179.

Dimostrazione. Infatti il punto O dista da A quant'è l' O E + E A: da B quanto O E + E B = O E + E A, e da C quant' è O D + D C = O D + D A = E A + O E ecc., **C. D. D.**

Fig. 180.

1247. **Problema** XXXVII. *Dato un arco di circolo, compierne la circonferenza.*

Costruzione. Dato l'arco A B D (fig. 180), s'uniscono i due punti estremi con qualunque punto intermedio B, mediante la B D e la B A, e poi si opera come nel precedente Problema § 1246, trovando nell' intersezione delle perpendicolari M P ed N Q il punto C ecc.

1248. **Problema** XXXVIII. *Dato un circolo, o sua porzione, descriverne altro parallelo.*

Costruzione. Trovato il centro O (fig. 181) dell'arco A B (Probl. XXXVI), da questo con raggio maggiore o minore si descrive l'arco parallelo esterno C D E, ovvero interno F H.

1249. **Teorema** LXXVI. *La perpendicolare elevata sulla metà d'una corda passa pel centro del circolo.*

Dimostrazione. È Corollario del Teorema LXXV e del Problema XXXVI.

Scolio. *Il centro di un circolo, il mezzo di un arco, e quello della corda*

che lo sottende, sono in linea retta. Dunque una retta che passi per due di detti punti dee passare anche pel terzo.

Fig. 181.

1250. **Tangente,** come si disse, è la retta che ha un punto solo comune colla circonferenza del circolo, il qual punto dicesi *punto di contatto.*

1251. **Teorema** LXXVII. *Qualsiasi retta perpendicolare alla estremità del raggio, è una* tangente, *cioè non ha che un punto di contatto colla circonferenza.*

Fig. 182.

Dimostrazione. Se la X Y (fig. 182) sia perpendicolare al raggio A O, condotta da O qualsiasi linea ad un punto dell' X Y, non potrà essere che obbliqua; dunque per esempio nell' O B, il punto B sarà più lontano da O che nol sia il punto di contatto A, poichè l'obbliqua è sempre maggiore della perpendicolare. Quindi B sarà fuori della circonferenza, i cui punti sono tutti distanti dal centro quant'è l' A O. Dunque ecc., **C. D. D.**

1252. **Teorema** LXXVIII. *Le* tangenti *sono perpendicolari ai raggi condotti dal centro al punto di contatto.*

Dimostrazione. È corollario del precedente Teorema LXXVII.

1253. **Problema** XXXIX. *Condurre una* tangente *a qualsiasi punto di una circonferenza.*

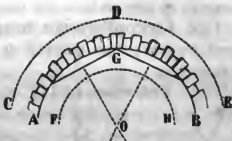
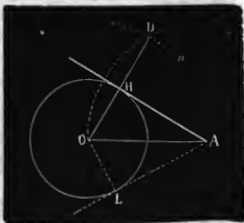
Costruzione. Condotto il raggio dal centro a quel punto, si condurrà una perpendicolare a questo raggio.

Dimostrazione. Discende evidente dai §§ 1251 e 1252.

1254. **Problema** XL. *Da un punto fuori di una circonferenza condurre una retta che le sia* tangente.

Fig. 183.

Costruzione. Congiungasi il dato punto A (fig. 183) col centro O della circonferenza, mercè l' A O. Da A con raggio A O descrivasi l'arco O D, e dal punto O, con raggio doppio dell' O H, si descriva l'arco *m n.* Si unisca l'intersezione D con O, mediante la D O. La retta che partendo da A passa pel punto H in cui la D O taglia la circonferenza è la tangente ricercata.

Dimostrazione. D O è corda di arco che ha centro in A; H è il punto di mezzo di essa corda, perchè doppia del raggio OH: dunque l' A H è perpendicolare ad essa corda, cioè al raggio O H condotto da O al punto di contatto ecc., **C. D. D.**

Corollario. La stessa costruzione si poteva fare dall' altra parte ed ottenere un'altra tangente A L. Dunque *da un punto fuori di una circonferenza possono condursi due tangenti alla medesima.*

1255. **Circonferenze tangenti.** *Due circonferenze possono essere tangenti tra loro*, cioè toccarsi in un sol punto, sia esternamente che internamente.

1256. **Teorema LXXIX.** *Se due circonferenze si toccano in un punto fuori della linea che unisce i loro centri, si deono toccare anche in un secondo punto.*

Dimostrazione. Se il circolo M N (fig. 184), giri sinchè il punto A arrivi in B sarà sempre O A = O B, e il punto B apparterrà alla circonferenza M N; ma sarà pure A C = B C: dunque B apparterrà pure alla circonferenza R S ecc., C. D. D.

Fig. 184.

Corollario I. *Due circonferenze saranno tangenti* solo *quando il loro punto di contatto sia nella linea che unisce i loro centri.*

Corollario II. Se si tocchino esternamente (fig. 185), come R S

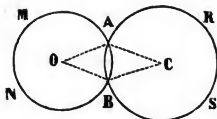
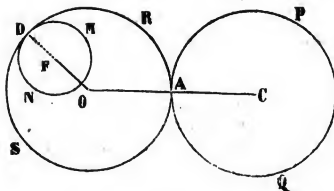



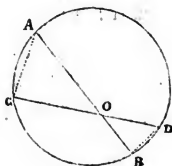
Fig. 185.

e P Q, la distanza de' loro centri O e C eguaglia la somma dei raggi. Se internamente, come R S ed MN, essa eguaglia la differenza tra i raggi medesimi OF. Infatti O C = O A + O C, ed O F = O D — F D.

1257. **Teorema LXXX.** *Se due corde A B e C D* (fig. 186) *si taglino in un circolo, le loro parti sono reciprocamente proporzionali.*

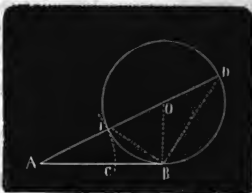
Fig. 186.

Spiegazione. Sarà A O : O C : : O D : O B.

Dimostrazione. Condotte l' A C e la D B, gli angoli O A C ed O D B sono eguali, perchè misurati dalla metà dello stesso arco C B, dunque l' A C e la B D sono antiparallele; quindi (§ 1126) A O : O C : : O D : O B.

Corollario. Il diametro perpendicolare alla corda, la divide in parti eguali (§ 1249).

1258. **Problema** XLI. *Dividere una linea in media ed estrema ragione.*

Spiegazione. Sia l'A B (fig. 187) la data linea: si elevi in B una perpendicolare B O, lunga la metà dell' A B: e da O fatto centro con raggio O B descrivasi la circonferenza che sarà tagliata in I e D da una retta tirata da A per O. Prendendo l' A C = A I, nel punto C l' A B è divisa in *media* ed *estrema* ragione. Cioè a dire in modo che la maggiore porzione o segmento A C, è media proporzionale tra la minore porzione o segmento B C e l'intera A B. Questa denominazione di *media* ed *estrema* ragione deriva dall' essere nella proporzione

Fig. 187.

÷ A B : A C :: A C : C B,

i due segmenti C B, ed A C l'uno *estremo* e l'altro *medio.*

Dimostrazione. La retta A B è tangente, ed A D secante. Condotte la B I e la B D, l'angolo A B I (formato da una tangente e dalla corda condotta dal *punto di contatto)* ha per misura la metà dell'arco B I, ch' è pur la misura dell'angolo A D B (§ 1157). Dunque la B I e la B D sono antiparallele. Quindi ÷ A D : A B :: A B : A C, e perchè A C = A I, sarà pure ÷ A D : A B :: A B : A I; d'onde A D — A B : A B :: A B — A I : A I; ma I D è doppia d'O B, quindi eguale ad A B, onde A D — A B = A D — I D = A I = A C; per cui A C : A B :: B C : A C, ossia con ordine inverso (§ 264) A B : A C :: A C : B C, **C. D. D.**

1259. **Teorema** LXXXI. *Lunule d'*Ippocrate *di Chio.* È celebre nell' antichità quest' applicazione dell' *ipotenusa alle superficie circolari.*

Nel triangolo rettangolo A C B (fig. 188), fatto centro in *m* descrivasi il semicircolo A N C sul *cateto* A C: e fatto centro in *n* l' altro semicircolo C N B sul *cateto* C B; infine con centro in P il semicircolo A T O B sull' *ipotenusa* A B. Descrivendo il semicircolo A F C S B (cioè compiendo il circolo A O B C), si rileva che il *segmento* A F C *m* è comune al semicircolo A M C ed all' altro A F C S B; che il *segmento* C S B *n* è comune al C B N ed all'A F C S B. Laonde se da A T O B = A M C + C N B si tolgano que'segmenti, sarà A T O B — A F C *m* — C S B *n* = A M C + C N B — A F C *m* — C S B *n*. Ma A T O B — A F C *m* — C S B *n* è eguale al triangolo rettangolo A C B, e gli altri due semicerchi, levati que' segmenti, riduconsi alle *lunule* A C M F e C N B S; dunque le due *lunule* sono eguali al triangolo rettangolo su i di cui *cateti* sono descritte.

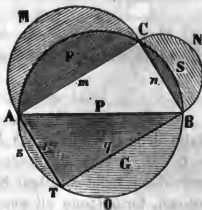



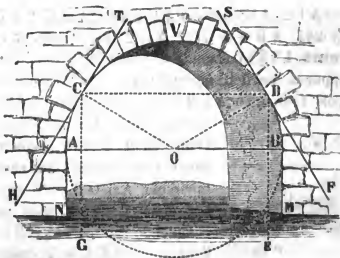
Fig. 188.

Se poi descrivasi quello stesso triangolo entro il semicircolo maggiore A T O B, abbiamo il segmento A *s r* T = C *n* B S e T *q* B O = A *m* F C e il triangolo A T B eguale alle due *lunule* C A *m* F, e C S *n* B. Quindi il semicircolo A T O B eguale ai due semicircoli A M C e C N B.

Avvertenza. Queste due dimostrazioni includerebbero *paralogismo*, perchè da prima si suppone la semicirconferenza A T O B eguale alle altre due, lo che si dimostra di poi valendosi di argomento fondato su quel supposito. Nel che incorsero talora distinti geometri, e n'ho dato quest'esempio per avvisamento all'agronomo, mentre la prova che il semicircolo A T O B = A M C + C N B, perchè $AB^2 = AC^2 + CB^2$, è posta più innanzi nel II Articolo di questa Sezione.

Applicazioni.

1260. **Raccordamento delle linee.** Quante volte si ha d'uopo di unire una curva ad una retta, senza che tra loro rimangano angoli, nè ugnature, è necessaria un'applicazione del Probl. XL, cioè che la retta sia tangente alla data curva. Quindi è che i piedritti negli archi de' ponti fanno sempre un angolo curvilineo, quando l'arco non è una semicirconferenza (o non appartenga a curva diversa dal circolo). Infatti se i piedritti deono essere verticali, per non far angolo colla curva dell'arco deono essere perpendicolari a quel suo diametro A B (fig. 189), che coincida coi due raggi oriz-

Fig. 189.

zontali condotti dal centro O, ai punti di contatto della B M e della B N. Se l'arco sia minore della semicirconferenza, come C V D, le tangenti, dovendo essere perpendicolari ai raggi O D ed O C, sarebbero nelle direzioni S F ed H T; onde i piedritti dovendo costruirsi verticali, formeranno gli angoli mistilinei E D V e G C V.

1261. **Applicazione** II del Probl. XL. Quando si avesse un tratto irregolare C M A (fig. 190) tra due confini perpendicolari C D ed A B, e si volesse emendare quella deformità con una curva che non facesse discontinuità colle dette linee, è d'uopo elevare le perpendicolari A O e C O, e

dal punto di loro intersezione fatto centro, con raggio A O, descrivere l'arco di circolo C N A, col quale si *raccorderanno* le due rette C D ed A B, semprechè sia C O = O A, onde dal punto X di concorso delle C D ed A B conviene prendere eguali X A ed X C.

Fig. 190.

1262. **Applicazione** III del Problema XL. Le ruote de' veicoli percorrono nelle strade una linea ch' è tangente alle medesime; tanto la strada orizzontale B A (fig. 191) rimane tangente alla ruota X, come la inclinata A R è tangente alla ruota Z. Ma la differenza in ciò consiste, che la strada piana

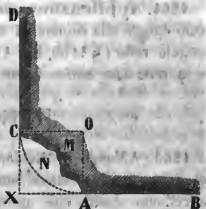
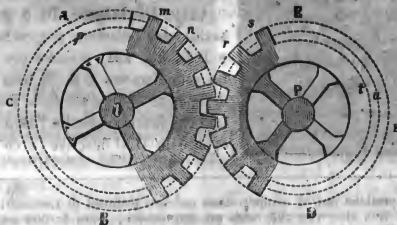



Fig. 191.

è tangente a quel punto della circonferenza della ruota, per cui passa il raggio I L ch'è nella direzione stessa della gravità, lo che non accade dell'A R rispetto all' O N, la quale passa fuori del *punto di contatto*, siccome sarà meglio discorso nel Capitolo VIII della Meccanica agricola.

1263. **Applicazione del Teorema** LXXIX. Per comunicare il moto da una ruota all'altra, le loro circonferenze sono tangenti, e l'ingranaggio è costituito da denti che sporgono al di fuori di quelle circonferenze *a* ed *o* (figura 192), che diconsi *primitive*, a seconda di altre cir-

Fig. 192.

conferenze parallele, come ACB ed EFD, mentre gli intervalli tra i denti

sono incavati sino ad altre parallele interne *t* e *p*, come sarà chiarito nel citato Cap. VIII della Meccanica.

1264. **Applicazione del Teorema** LXXXI. Volendo descrivere un circolo eguale alla somma di altri due, si uniscono i diametri di questi due ad angolo retto (§ 1159, fig. 126), come sarebbero A C e C B nella fig. 188, e la retta che unisce i due estremi A e B è il diametro del circolo ricercato.

[7] Divisione pratica del Circolo.

1265. All'uopo di dividere una circonferenza in parti eguali, oltre il *quadrante* o *rapportatore*, sono altri metodi come i seguenti, non però tutti altrettanto esatti che agevoli, alcuni di essi offerendo soltanto soluzioni approssimative (1).

1266. **Divisione in 2 parti.** È già detto (§ 1240) che basta condurre un diametro ossia una linea la quale passi pel centro del circolo, per dividerlo in due parti eguali.

Fig. 193.

1267. **Divisione in 3 parti.** Fatto centro in qualunque punto O della periferia, con apertura di compasso O A (fig. 193) uguale al raggio, descrivasi l'arco A C B che taglierà la circonferenza in A e B: di poi con apertura eguale alla distanza tra A e B, piantando una punta del compasso in A, ovvero in B, l'altra taglierà la circonferenza in M, che sarà il punto della terza divisione. Dividendo ciascuno di questi archi, come è diviso A B in O, si avrà la divisione in 6 parti, e di poi in 12, 24 ecc.

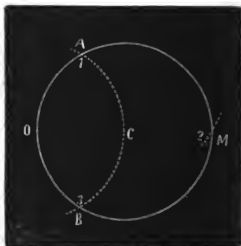



Fig. 194.

1268. **Divisione in 4 parti.** Già dissi ottenersi col disegnare due diametri tra loro perpendicolari. Prendendo la metà degli archi, si avrà la divisione in 8 parti, poi in 16, 32 ecc.

1269. **Divisione in 5 parti.** Descritti due diametri perpendicolari A B e D E, (fig. 194), dividesi per metà in F un semidiametro C B. Si fissa una punta del compasso in questo punto F e con apertura che faccia pervenire l'altra punta in E oppure in D si descrive l'arco D M E. Di

(1) Queste pratiche non si comprendono ne' corsi ordinari di Geometria; ma trattandosi che ponno ricorrere utili negli usi agronomici, dove le divisioni approssimative, eseguite nel terreno o in modelli per arnesi rusticali possono soddisfare allo scopo cui sono dirette, ho imitato l'esempio del LE CLERC: V. GEOMETRIA PRATICA del sig. LE CLERC, traduzione ecc. Venezia, 1806. T. II.

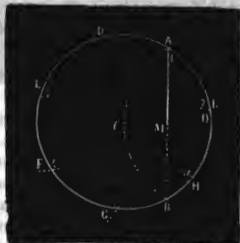
poi fatto centro in E con apertura EM descrivesi l'arco POQ, il quale taglia la circonferenza in due punti P e Q che sono ciascuno distanti da E una quinta parte della periferia. Colla divisione degli archi si avrà la periferia suddivisa in 10 parti, in 20, 40 ecc.

Fig. 195.

1270. **Divisione in 6 parti.** Con apertura di compasso, eguale al raggio, dal punto A (fig. 195) della circonferenza si trova il punto D, e così di seguito. Si può anche, trovati i tre punti A, B ed M della divisione in tre parti (§ 1267) condurre 3 diametri dai detti punti, come MCO, BCD ed ACE, i quali coi loro estremi segneranno le altre tre divisioni O, E e D.

Prendendo la metà degli archi, si ha la suddivisione in 12 parti e successivamente in 24, 48 ecc.

Fig. 196.

1271. **Divisione in 7 parti.** Fatto centro in qualunque punto O (fig. 196) della periferia, con apertura eguale al raggio trovansi i punti A e B come al § 1267. Condotta l'AB, la sua metà AM è la corda del settimo ricercato, sempre per *approssimazione*. Quindi la suddivisione in 14, in 28 ecc. (1).

1272. **Divisione in 9 parti.** Si opera come per 7 parti onde trovare la DC (fig. 197) e il suo punto di mezzo E. Poi questa DC si prolunga sino in F, in modo che EF sia eguale al raggio del circolo. Con apertura EF, facendo centro in E, descrivesi l'arco FP, e collo stesso raggio, fatto centro in F, descrivesi l' arco ER: si congiugne il punto G d'intersezione di questi due archi col punto A, e l' arco DH è per *approssimazione* la nona parte della circonferenza MNOB.

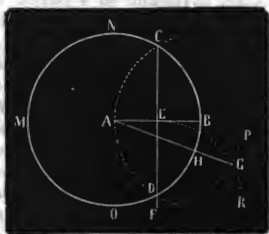



Fig. 197.

1273. **Problema XLII.** *Data una circonferenza, dividerla in qualsiasi numero di parti.*

(1) La divisione in 8 parti è compresa con quella in 4 parti nel § 1268, e così quella in 10 nel § 1269 ecc.

Costruzione. Dividasi il diametro C B (fig. 198) in tante parti eguali, quante richieggonsi. Se vogliasi divisa la circonferenza in 5 parti, quattro saranno i punti di divisione del diametro. Dagli estremi B e C con raggio eguale al diametro, descrivansi i due archi C *m*, e B *n*; dal punto A di loro intersezione si conduca una retta che passi per E, cioè per la 2ª divisione del diametro, e quest' A E si prolunghi sino in D. L'arco BD è la richiesta quinta parte della circonferenza C P B D.

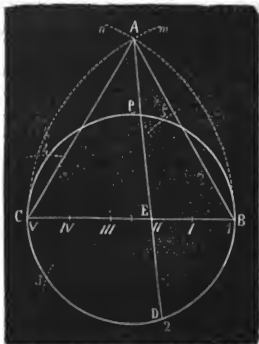
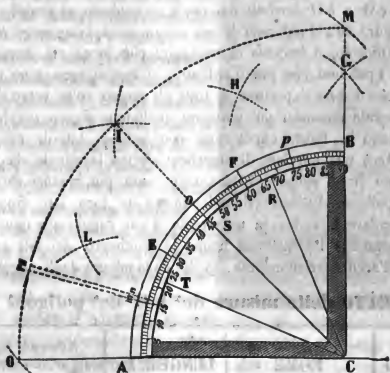



Fig. 198.

Il problema della divisione del circolo, quando dee eseguirsi materialmente, offre in pratica molte difficoltà, perchè non si hanno a trattare quantità immaginarie, ma reali e visibili circoli, linee e punti dotati di sensibile larghezza. Furono inventate in meccanica diverse macchine da dividere, ed oltre il RAMSEND, il REICHENBACH ed ANDREW ROSS, parecchi Italiani vi posero studio. Tra quali vogliónsi citare l' ALBANESE, lo STEFANI e il RAVISSA, anco premiati da' scientifici Istituti. Ma cogli stessi più esatti compassi a verga il REICHENBACH confessa di non aver potuto assicurare ne' casi più favorevoli l' eguaglianza delle divisioni d' un circolo che all' approssimazione di 1/3000 di pollice; laonde dimostra che, a meno di non operare sopra circoli di 11 piedi e mezzo circa di diametro, la divisione di circoli minori, solo a caso ed in alcuni punti, nè mai in tutti sarebbe esatta rispetto ai minuti secondi di grado.

1274. **Quadrante.** Tra le accennate pratiche sono però esatte quelle di dividere il circolo in parti 2 e multiple di 2, come 4, 8, 16, 32 ecc., ed in 3 e multiple di 3, come 6, 12, 24, 48 ecc. Volendo perciò formare un *quadrante* esatto e rigorosamente diviso in 90 parti (o almeno verificarne l'esattezza), descritto il circolo e separato il *quadrante* A B (fig. 199), mercè i due semidiametri perfettamente perpendicolari B C e B A, nel punto F, la lunghezza A F, eguale al raggio (§ 1270), ci darà la 6ª parte della circonferenza, cioè 60 gradi, la cui metà A E sarà di 30 gradi che suddivisa in *m*, darà A *m* di 15 gradi. Dividendo poi la periferia in 20 parti dopo ottenuta quella in 10 (§ 1299), avremo tal parte ventesima della circonferenza, che il terzo del suo eccesso sull' A *m*, cioè *m n* sarà la misura del grado. Diviso il quadrante per metà colla C S I, continuando a suddividere i punti di mezzo colle C T e C R, esse dovranno dare in T il punto di mezzo tra il grado 22 e 23, ed in R il punto di mezzo tra il grado 67 e 68, mentre la C S verificherà l' esattezza del punto O ecc. Per ottenere la divisione dei circoli maggiori si sovrappone il quadrante a modo che combacino il centro ed i semidiametri tra loro, e l' I C colla S C ecc.

Da quanto è detto, si comprende che *quadrante* vuol significare la quarta parte della circonferenza del cerchio colle sue 90 divisioni. Però

Fig. 199.

nell'astronomia, nella marina, e talora nel linguaggio comune dicesi abusivamente *quadrante* una parte qualunque della circonferenza divisa in *gradi* e *minuti*, nel qual senso chiamasi pure *quadrante* la mostra degli orologi, benchè comprenda l'intera circonferenza del circolo.

1275. Le accennate divisioni del circolo in pratica riescono utili ove non abbiasi d'uopo di rigorosa esattezza, come suol essere nelle applicazioni sul terreno o altre emergenze di tecnologia agricola. Più innanzi (§ 1299) si troverà la divisione esatta in 10 parti, e quindi in 5, in 20 ecc. Un caso probabile in pratica di avere uopo di queste misure, può risultare dalle risvolte delle strade ferrate, le quali perciò tagliano terreni secondo porzioni d'arco di circolo, e richiedesi quindi il calcolo dell'area occupata per determinare il valore della spropiazione. A quest'effetto appunto la divisione della circonferenza determina la estensione dello spazio compreso dalla medesima, ossia della area delle porzioni di circolo. Basta condurre i raggi dal centro ai punti delle segnate divisioni per avere altrettanti spazii eguali tra loro, se le divisioni saranno esattmente eguali, siccome si vedrà più innanzi nell'Articolo II della presente Sezione.

[8] Altri poligoni regolari.

1276. **Regolare** è qualunque poligono quando, abbia eguali i suoi lati, e circoscrivendogli una circonferenza, questa passi per tutti i vertici de'suoi angoli, nel qual caso il poligono dicesi *inscritto*. Altra prova deducesi

inscrivendo invece un circolo nel suo interno, ed allora tutti i lati del poligono deono essere tangenti del circolo; nel quale ultimo caso il poligono dicesi *circoscritto al circolo*. Nella seguente figura 200, il poligono di tre angoli, ossia il *triangolo*, è circoscritto al circolo. Diffatto i suoi lati A B, B C e A C toccano la circonferenza con direzione perpendicolare ai raggi *a* O, *c* O e *b* O condotti dai punti di contatto al centro del circolo. Nell'altra figura 202 il poligono di sei angoli, ossia l'*esagono, è circoscritto* al circolo più piccolo, e *inscritto* al maggiore che tocca coi vertici di tutti i suoi angoli. I poligoni che più d'ordinario si considerano, sono i *convessi* (1), quelli cioè che hanno l'apertura di tutti gli angoli volta verso il centro.

In generale chiamasi poi poligono qualunque figura, perchè i matematici riguardano la figura curva come composta di lati di numero infinito (§ 960). Così una porzione di superficie sferica terminata da archi di circolo massimo dicesi *poligono sferico*, come sarà più innanzi chiarito.

1277. I poligoni distinguonsi pel numero de' loro lati. Supponendo un poligono regolare inscritto in un circolo il cui raggio sia eguale a 10000 unità, dal seguente Prospetto si hanno le lunghezze dei lati ed il numero di gradi dell'arco corrispondente, lo che dà la misura degli angoli al centro.

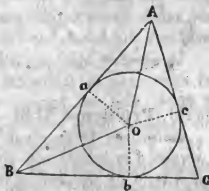
PROSPETTO delle misure de' lati de' poligoni regolari.

NUMERO DE' LATI	NOME DEL POLIGONO	LUNGHEZZA DEL LATO	NUMERO DE' GRADI dell'arco corrispondente ad ogni lato ossia degli angoli al centro		
3	Triangolo	17320	120°	0′	0″
4	Quadrato	14142	90	0	0
5	Pentagono	11756	72	0	0
6	Esagono	10000	60	0	0
7	Ettagono	8678	51	25	43
8	Ottagono	7654	45	0	0
9	Ennagono	6840	40	0	0
10	Decagono	6180	36	0	0
11	Endecagono	5635	32	43	38
12	Dodecagono	5176	30	0	0
14	Quattordiciagono	4450	25	42	51
15	Quindecagono	4158	24	0	0
16	Sediciagono	3902	22	30	0
18	Diciottagono	3473	20	0	0
20	Icosagono	3129	18	0	0
24	Icosotetragono	2611	15	0	0

(1) Il poligono *convesso* non ha angoli *rientranti*. Se un quadrilatero, per esempio, abbia un angolo *rientrante*, ossia col vertice verso il suo interno, allora una stessa retta può *segare* tutti i suoi quattro lati, senza che questi sieno prolungati. Invece nel quadrilatero che non abbia angoli *rientranti*, e così in tutti i poligoni *convessi* una stessa retta non può incontrare più di due lati, ove questi non si prolunghino al di fuori del loro perimetro.

1278. **Teorema** LXXXII. *Un triangolo qualunque può sempre essere inscritto e circoscritto ad un circolo.*

Dimostrazione. Può il triangolo essere circoscritto, perchè pei tre punti A, B e C (fig. 200) del triangolo A B C può sempre farsi passare una circonferenza che lo circoscriva (Probl. XXX). Perchè poi il triangolo circoscriva il circolo, divisi due di lui angoli per metà, come A e B, il punto O in cui s'intersecano l'A O, e B O, rimane egualmente distante dai tre lati. Infatti le O *a*, O *b*, O *c*, perpendicolari ai medesimi, mostrano che i triangoli B O *a* e B O *b* sono eguali, perchè l'angolo O *a* B = O *b* A, siccome retti: l'angolo O B *a* = O B *b*, siccome due metà dell'angolo A B C; dunque anche il terzo angolo *a* O B = *b* O B. Di più il lato B O comune ad amendue: quindi eguali i triangoli, ed O*b*=O*a*. Lo stesso avverandosi pe' triangoli *a* O A e *c* O A, sarà *c* O = *a* O = *b* O. Laonde può farsi passare per essi una circonferenza con centro O e raggi *a* O, *b* O, *c* O; sui quali essendo i lati del triangolo perpendicolari, saranno essi lati tangenti al circolo, e perciò il triangolo circoscritto, **C. D. D.**

Fig. 200.

1279. **Teorema** LXXXIII. *Qualunque poligono regolare può essere inscritto in un circolo.*

Costruzione. Sia il poligono regolare A B C D E F (fig. 201), si conducano le A D, B E e C F, e da M nel mezzo dell' A B, come da N nel mezzo della B C si elevino le perpendicolari M O, N O. Sarà nel punto di loro intersezione O, il centro della circonferenza che passerebbe pei tre punti A, B, C (Probl. XXX), e che circoscrive il poligono.

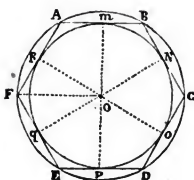
Fig. 201.

Dimostrazione. I triangoli A O F, F O E ecc. sono eguali ad A O B ecc.; quindi A O = F O = E O ecc., perciò la circonferenza dee passare pei punti F, E, D come per A, B e C, **C. D. D.**

Scolio. Gli angoli A O B, B O C ecc. diconsi *angoli al centro del poligono*. Sono tutti *eguali* intercettando archi eguali, ed equivalgono al quoziente risultante dal dividere la somma de' quattro angoli retti, pel numero dei lati del poligono. Così l'angolo dell'esagono (Vedi il PROSPETTO § 1277) sarà di gradi $\frac{360}{6}$ ossia $\frac{180}{3}$; cioè $\frac{2}{3}$ dell' angolo retto.

1280. **Teorema** LXXXIV. *Qualunque poligono regolare può essere circoscritto ad un cerchio.*

Dimostrazione. Pel Teorema precedente i lati del poligono ponno considerarsi come corde eguali; dunque equidistanti dal centro. Perciò condotte

Fig. 202.

(fig. 202) le perpendicolari *m* O, N O, *o* O ecc. sono eguali; dunque *m*, N ecc. sono tutti equidistanti dal centro, ed ivi i lati del poligono siccome perpendicolari ai raggi, saranno tangenti al circolo *m* N *o p q* R, e il poligono A B C D E F sarà circoscritto a questo circolo.

Scolio. Il *raggio perpendicolare ai lati del poligono dicesi* apotema *del poligono;* tali sono O *m*, O N ecc. Nei poligoni regolari i centri de' circoli inscritti e circoscritti sono un medesimo punto.

1281. **Problema** XLIII. *Trovare il centro d'un poligono regolare.*

Costruzione. 1° Se sia di numero pari di lati, si unisca con una retta il vertice d'un angolo con quello dell'angolo opposto, per esempio A e D coll' A D (nella fig. 201) e B con E colla B E. Il punto O in cui le due rette si tagliano, è il centro del poligono.

2° Se sia di lati in numero dispari, dal vertice, per esempio A (fig. 203) si conduca al punto di mezzo del lato opposto E D la retta A P, e dal vertice di un altro angolo C al mezzo M del lato opposto F G, la C M. Dove esse s' intersecano, ivi è il centro del poligono.

Fig. 203.

1282. **Problema** XLIV. *Circoscrivere una circonferenza a un poligono regolare.*

Costruzione. Trovato il centro O col Problema precedente (fig. 203), da quello con raggio O A oppure O C, si descrive il circolo A B I C D E L F G.

1283. **Problema** XLV. *Inscrivere una circonferenza ad un poligono regolare.*

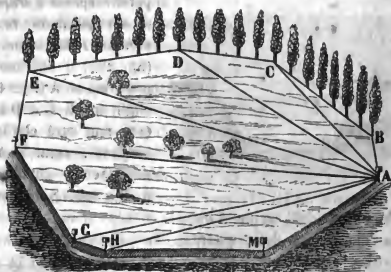
Costruzione. Trovato il centro O (fig. 203, Probl. XLIII), con raggio O P ovvero O M, ossia con raggio eguale all'apotema, o retta perpendicolare condotta dal centro a qualunque lato del poligono, descrivesi il circolo M P R S.

Avvertenza pratica. È importante la nozione di questi problemi perchè il circolo, facile a descriversi, agevola ed assicura la perfetta costruzione dei poligoni regolari.

1284. **Teorema** LXXXV. *La somma totale degli angoli d'un poligono equivale a tante volte due angoli retti, quanti sono i lati, meno due.*

Dimostrazione. Conducendo da un vertice A d'un poligono qualunque (fig. 204), ancorchè irregolare come A B C D E F G H M, tante diagonali ai vertici degli altri angoli, avremo quella figura divisa in 7 triangoli. Ma i lati sono numero 9, ed ogni triangolo ha i suoi tre angoli equivalenti a due retti (§ 1197), dunque gli angoli del poligono equivarranno a 9 — 2, cioè a 7 volte due angoli retti ecc., **C. D. D.**

L'enunciato Teorema è frequente in agrimensura, come si vedrà nel Libro IV contenente la GEONOMIA.

Fig. 204.

1285. **Corollario I.** Ne segue che in un poligono *regolare* gli angoli essendo eguali, e dovendo equivalere alla somma di due angoli retti ripetuta quanti lati vi sono, meno due, si trae il seguente PROSPETTO.

NOME DEL POLIGONO	NUMERO DE' LATI	SOMMA DEGLI ANGOLI EQUIVALENTI	VALORE IN GRADI, DI OGNI ANGOLO
Triangolo	3	2 angoli retti	60 gradi
Quadrato	4	4 »	90 »
Pentagono	5	6 »	108 »
Esagono	6	8 »	120 »
Ettagono	7	10 »	128 4/7 »
Ottagono	8	12 »	135 »
Ennagono	9	14 »	140 »
Decagono	10	16 »	144 »
Dodecagono	12	20 »	150 »
Quindecagono	15	26 »	156 »

Corollario II. Conoscendo la somma totale degli angoli d'un poligono, si conosce il numero dei lati. Se si dicesse che equivale alla somma di 16 angoli retti, la metà di 16 aumentata di 2, cioè 8 + 2 rileva che è un *decagono*.

Corollario III. L'angolo al centro (§ 1277) è supplemento dell'angolo formato da due lati consecutivi: infatti l'angolo al centro (§ 1279) ha per valore $\frac{4}{n}$ e il secondo $\frac{(n-2)\,2}{n}$. Sommando le due espressioni si ha $\frac{4+2n-4}{n}$ = 2 angoli retti.

1286. Il **trapezio**, il **rombo** e gli altri quadrilateri sono pure, come si è detto, tra i poligoni. Il *trapezio* ricorre di frequente da calcolare, perchè spesso il *trapezio* è parte di un poligono regolare. Per esempio, la sezione A B C D (fig. 205) d' un canale è un *trapezio*, ma se A C = C D = D B e gli angoli C e D sieno eguali, esso non sarà che la metà d'un esagono, come può concepirsi descrivendo gli altri lati A *m* e B *n* ecc. Similmente è figura di *trapezio* la forma dell' argine A *b a* e la faccia di alcune delle pietre componenti la chiave dell' archivolto piano della porta o finestra M N (fig. 206), come A, B e C. Tra gli strumenti rurali poi, alcuni come erpici, estirpatori ecc., offrono spesso figure di *trapezio*, come a suo luogo sarà rilevato.

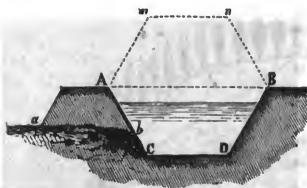



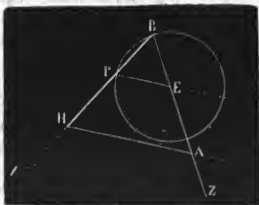
Fig. 205.

Fig. 206.

[9] Costruzione de' poligoni.

1287. **Problema** XLVI. *Dato il lato di un poligono regolare ed il numero* m *qualunque de' suoi lati, costruire il poligono.*

Costruzione. Descrivesi una circonferenza qualunque, e dividesi (§ 1251) in numero di parti eguale al desiderato numero di lati. Si uniscono due punti successivi di divisione P e B (fig. 207) colla P B prolungata indefinitamente in X. Conducesi il raggio B E pure protratto in Z, e l' altro raggio P E. Recasi da B sulla B X la data lunghezza L che arriverà, per esempio, in H, e da questo punto si conduce la parallela H A. La B A sarà il raggio della circonferenza, nella quale inscrivere il poligono di dato numero *m* di lati dell'assegnata lunghezza L.

Fig. 207.

Dimostrazione. Si ha B P : B E : : B H : B A ecc.

Avvertenza. La cognizione dell'ampiezza degli angoli, desunta dal numero di lati del poligono (§ 1285) serve similmente alla soluzione del presente Problema.

1288. **Problema** XLVII. *Dato un poligono regolare inscritto ad un circolo, circoscrivere al medesimo un poligono di egual numero di lati.*

Costruzione. Dato il poligono *mnopq* (fig. 208) pei vertici *m*, *n*, *o*, *p*, *q* si conducano le tangenti A B, B C ecc., ed esse saranno i lati del poligono richiesto.

Fig. 208.

Altra costruzione. Si conducano dal centro X le perpendicolari X V ecc. che dividono nel mezzo i lati del poligono, ed ai punti ove toccano la circonferenza si conducano le tangenti L M, M P, P O ecc. le quali si taglieranno tra di loro nei punti M, L, P ecc. che formeranno i vertici degli angoli del poligono.

Corollario. È facile comprendere che la circonferenza è maggiore del perimetro del poligono inscritto, e minore del perimetro del circoscritto.

1289. **Problema** XLVIII. *Dato un poligono regolare inscritto ad un circolo, costruire un poligono d'estensione maggiore, ma d'egual numero di lati.*

Fig. 209.

I *Costruzione.* Dato il poligono A B C D E F, dal suo centro O si tirano le O A M, OBN, OCP, ODQ ecc., tutte d'egual lunghezza. Congiunti i punti M con N, N con P ecc. si ha il richiesto poligono coi lati paralleli a quello dato.

II *Costruzione.* Dal centro O si abbassano sui lati le perpendicolari O T U, O Z, O X ecc. e purchè tutte eguali di lunghezza, si ottiene congiugnendo i punti U, Z, X ecc. il poligono eguale al precedente, ma coi lati paralleli al poligono circoscritto.

Corollario. Per costruire il perimetro circoscritto con lati paralleli a quelli dell'inscritto, si elevano dal centro gli apotemi, e nel punto in cui protratti toccano la circonferenza si conducono le tangenti, come si disse al § 1288, ed ulteriormente appare dalla figura 210.

1290. **Problema** IL. *Dato un poligono regolare inscritto in un circolo, inscrivere in questo altro poligono regolare a doppio numero di lati.*

Costruzione. Dato il poligono A B C D E F, dividonsi gli archi A B, B C, C D ecc. (fig. 210) per metà ne' punti *m*, *n*, *p*, *c* ecc. Le rette che uniscono questi punti, cioè le *m* B, B *n*, C *g*, ecc. formano i lati del richiesto poligono.

Più generalmente, conduconsi le O *m*, O *n*, O *q* ecc. perpendicolari ai lati del poligono, le quali toccano la circonferenza ne' punti *m n*, ecc. d'onde condotte l'*m* A e l'*m* B e così l'*n* B e l'*n* C ecc. si ha il poligono di doppio numero di lati. Prolungando queste perpendicolari, e conducendo le O G, O H ecc. dal centro O, sì che passino pei vertici B, C ecc. del dato poligono, analogamente al § 1289, si può costruire il poligono con lati di qualsiasi grandezza.

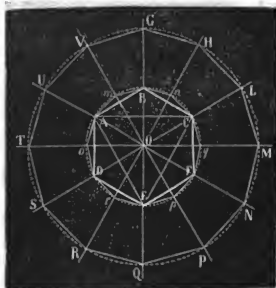



Fig. 210.

1291. Facilmente si rivelano le costruzioni nel caso inverso di formare un poligono con lati di numero summultiplo del poligono dato. Dopo designato il modo generale di costruire il poligono regolare di qualsiasi numero di lati (§ 1287), torna utile conoscere le particolarità di poligoni più comuni, per cui alcuni si possono costruire senza ricorrere alla materiale divisione del circolo sempre difficile a conseguire (§ 1273) con rigorosa esattezza. Quantunque la costruzione del triangolo equilatero dipenda da quella dell'esagono, e così quella del pentagono dalla costruzione del decagono, tuttavolta le dispongo per ordine, citando all'uopo le dimostrazioni poco più innanzi dipoi riportate.

1292. **Problema** L. *Data la misura del lato, costruire il* TRIANGOLO EQUILATERO.

Costruzione. Oltre la soluzione data all'analogo Problema XIX (§ 1186) può anche descriversi un circolo, nel quale si costruisce l'esagono (§ 1285) e si congiungono i punti alterni del medesimo. Nell'esagono A B C F E D (fig. 210) si unisce il punto A col punto C, questo col punto E, e quest' ultimo con A; e si ottiene il triangolo equilatero A C E. Ma in siffatta costruzione per avere il triangolo i cui lati siano uguali a quello dato dal problema, è d'uopo che il lato dell' esagono stia al dato del triangolo :: 10000 : 17320, o meglio congiungere i punti risultanti dalla divisione del circolo in tre parti, eseguita (§ 1267) d'altro modo.

1293. **Problema** LI. *Inscrivere un* QUADRATO *in un circolo* (1).

Costruzione. Oltre la soluzione del problema XXXII (§ 1233), si tirano due diametri qualunque perpendicolari tra loro A B, C D (fig. 211); e congiunti i loro estremi A, C, B, D colle rette A C, C B e B D, questi sono i lati del quadrato. Perciò dato il lato del quadrato, sul medesimo come diametro descrivesi un circolo e condotto il diametro perpendicolare a quello si eseguisce la indicata costruzione del quadrato.

(1) Il problema di determinare un circolo nel quale possa inscriversi un quadrilatero di cui dati sieno i lati, fu risolto per primo dal BENEDETTI. V. GUG. LIBRI Hist. ecc., loc. cit., T. I, pag. 97.

1294. **Problema** LII. *Data la misura del lato, costruire il* PENTAGONO.

Costruzione. È d'uopo descrivere nel circolo il *decagono* com'è rinsegnato più innanzi al Problema LV (§ 1299). Dipoi congiunganzi due a due, mediante corde, i vertici degli angoli alla circonferenza del decagono stesso, e si avrà il pentagono regolare richiesto.

Fig. 211.

1295. **Problema** LIII. *Data la misura del lato, costruire l'*ESAGONO.

Costruzione. Descrivasi col dato lato un circolo, e colla stessa lunghezza segnate le 6 divisioni nel circolo (§ 1270), uniti questi sei punti di divisione, si avrà l'esagono ricercato.

Dimostrazione. Come appare dalla figura 212. si hanno i sei angoli al centro, di 60 gradi l'uno (§§ 1267 e 1272). quindi anche ogni altro angolo dei triangoli A C B e B C D ecc., è di 60 gradi, perchè C A = C B ecc. e tutti gli angoli del triangolo sommano a 180°, come tutti quelli al centro sommano a 360°. Dunque tutti quei triangoli sono equilateri, cioè tutti i lati p. e. A B, B C ecc. eguali ai raggi C A, C B ecc., **C. D. D.**

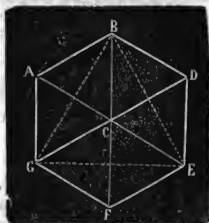
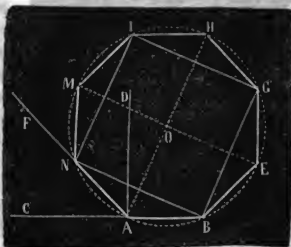



Fig. 212.

Corollario. Riunendo alternativamente i vertici degli angoli alla periferia, si ottiene il triangolo equilatero (come si è detto al Problema L, § 1292, nella fig. 211), cioè unendo G con B e con E si ha il triangolo equilatero G B E.

1296. Nel Problema = *Data la misura del lato, costruire l'*ETTAGONO, = il suo angolo al centro essendo la settima parte di 360°, non si può determinare esattamente colla riga e col compasso, e difatti per la divisione del circolo in 7 parti si è data (§ 1271) la soluzione solo approssimativa. Quindi la costruzione di questo poligono può meglio eseguirsi applicando la soluzione del Problema XLIV.

Fig. 213.

1297. **Problema** LIV. *Data la misura del lato, costruire l'*OTTAGONO.

Costruzione. Il dato AB (fig. 213) si prolunghi sino in C, e sul punto A si elevi la perpendicolare A D. Dividasi l'angolo D A C colla A F, e si faccia A N = A B. Congiunto N a B colla N B, si componga su

questa linea il quadrato NBGI. Fatto centro in O, centro del quadrato, si descriva il circolo A B E G H M N che passerà pei punti N, A, B, E, G ed I. Condotti da O i due diametri A H ed M E perpendicolari ai lati B G e G I, uniti i punti N, M, I, H, G, E e B colle N M, M I, I H ecc., queste insieme con A B ed A N comporranno gli otto lati del poligono ottagono costrutto sul proposto lato A B.

Dimostrazione. Siccome l'angolo dell'ottagono deve essere 135 gradi (§ 1284 e 1285), l'angolo C N A esterno dee risultare di 45°, perchè supplemento di quello. Quindi coll'F A essendosi diviso l'angolo retto C A D, si è costrutto l'interno angolo N A B di gradi 135 e l'esterno N A C di 45°, onde ecc., **C. D. D.**

1298. Per risolvere la ricerca = ***Data la misura del lato, costruire l'*ENNEAGONO** = siccome l'angolo al centro equivale alla nona parte di 360°, quindi se ne ha per la divisione della circonferenza il numero intero 40°, ma la soluzione si può ottenere meglio col Problema XLIV.

1299. **Problema** LV. *Dato il lato, costruire il* DECAGONO.

Costruzione. Per dividere il circolo in dieci parti, bisogna dividere il suo raggio in due parti in *media ed estrema ragione* (§ 1258), e la parte maggiore sarà il lato del *decagono*. Dunque avendo il lato del decagono, conviene descrivere un circolo il cui raggio sia di lunghezza da soddisfare alla detta condizione, cioè il suo *segmento* maggiore sia della data lunghezza del lato. (Analoghe avvertenze occorrono di poi pel Prob. LII)

Dimostrazione. Sia A B (fig. 214) quel lato, supponendo già composto il decagono. Condotti i raggi O B ed O A nel triangolo isoscele O A B, si ha l'angolo B A O = A B O. L'angolo al centro è due quinti d'angolo retto (§ 1277), dunque di gradi 36; perciò la somma degli altri due sarà 144°, e ciascuno d'essi 72°. Dunque il doppio dell' angolo O. Dividasi per metà l'angolo A B O, avremo l' angolo *m* B O di 36°; perciò eguale all'angolo O. Dunque anche questo triangolo *m* O B è isoscele, onde sarà *m* B = *m* O. Ma l'*m* B è *bissettrice* dell' angolo A B O, quindi l' angolo A *m* B = 180° — 36° — 72° = 72°, dunque = *m* A B; onde A B = *m* B = *m* O. Oltracciò si ha pel Teor. LIX (§ 1196) -:-: A *m* : *m*O :: AB : B O ecc., **C. D. D.**

Fig. 214.

1300. Anche il Problema = ***Data la misura del lato, costruire l'*ENDECAGONO** = non può risolversi che col Problema XLIV. L'angolo al centro del poligono d'undici lati, è l'undecima parte di 360 gradi: questa quantità non potendosi dividere esattamente, perciò nemmanco l'angolo si potrà ottenere perfettamente esatto colla riga o col compasso. Per descrivere geometricamente questo poligono, occorre risolvere un'equazione d' 11° grado.

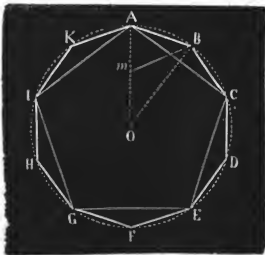
1301. **Problema** LVI. *Costruire il* DODECAGONO.

Spiegazione ecc. Si può costruire facilmente il DODECAGONO quando siasi costruito *l'esagono*: perchè le perpendicolari dal centro di questo elevate sopra i suoi lati, divideranno la circonferenza con altri 6 punti, i quali uniti ai vertici degli angoli dell' *esagono* daranno i 12 lati del *dodecagono*. Quando però il lato di questo sia di prefissa misura, allora descritta nell'arco di circolo M N (fig. 215), la corda A B dell' *esagono*, che sappiamo essere eguale al raggio (Probl. LIII, § 1295), e diviso l'angolo A C B per metà, avremo in A D la corda o lato del dodecagono. Perchè questo lato riesca eguale al dato L P, troveremo la lunghezza opportuna del raggio C S dalla seguente proporzione A D : A C : : T S : S C, e quindi avremo $S C = \frac{A C \times T S}{A D}$.

Fig. 215

Avvertenza. Potendosi descrivere quanti archi si vogliano concentrici, come p. e. *m n*, non sarà difficile trovare quel raggio C S, o C *m* che soddisfi alla condizione della data lunghezza per una corda T S, quante volte quel valore di S C non risultasse preciso, perchè la quantità A C × T S non fosse esattamente divisibile per A D. In sostanza, questa costruzione si risolve in quella di costruire un triangolo isoscele C T S *simile* ad un dato C D A, colla condizione che la sua base T S sia di determinata lunghezza.

1302. Il poligono di 13 lati, come pure di 14, rientrano nel novero di quelli, per cui valgono le considerazioni dei §§ 1283 e 1287.

1303. **Problema** LVII. *Data la misura del lato, costruire il* QUINDECAGONO.

Spiegazione. Il suo angolo al centro essendo di 24 gradi (§ 1277) il suo lato si trova considerando quelli del *decagono* e dell'*esagono* regolare inscritto. Infatti il lato dell'esagono sottende l'arco di 60 gradi, e quello del *decagono* l'arco di 36. La differenza 60 — 36 = 24. Dunque la differenza che è tra il lato del *decagono* e quello dell' *esagono*, sarà il lato del *quindecagono*. Perciò se nell' arco di circolo M N (fig 216) segneremo ne' punti A e C la sesta parte della circonferenza (mediante il Probl. LIV, § 1297), e di più troveremo in A B (pel Probl. LV, § 1299) la 10ª parte della stessa circonferenza, avremo in B C (differenza tra A B ed A C) la corda del *quindecagono* inscritto in quel circolo O M N. Prolungando i raggi O B ed O C, ope-

Fig. 216.

rando come si è detto pel dodecagono (§ 1301), troveremo il raggio del circolo su cui inscrivere il richiesto poligono.

1304. Dalle accennate soluzioni risulta che si possono inscrivere rigorosamente e senza incerte misure d'archi, i poligoni regolari, i cui lati sieno di qualunque de' seguenti numeri:

3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 30, 32, 40
48, 60, 64, 80, 96, 120, 128, 160, 192, 240, 256 ecc.

Applicazioni intorno ai poligoni regolari.

1305. **Osservazioni.** Nei poligoni di numero *dispari* di lati, vi sono sempre due diagonali consecutive eguali, tra tutte quelle che partono da un medesimo vertice.

Nei poligoni di numero *pari*, tra le diagonali che si possono tirare da uno stesso vertice, una di esse passa pel centro.

Nei poligoni di numero *dispari* di lati, niuno d'essi è mai parallelo ad un altro; invece nei poligoni di numero *pari* ogni lato ha il suo opposto parallelo.

Nella pratica, quando si voglia costruire un poligono, sia secondo le date costruzioni (§ 1287 ecc.), sia valendosi del circolo secondo le sue divisioni (§ 1265 e seg.) gioverà sempre l'artificio della riprova, perchè anche coi metodi rigorosi non si evitano le difficoltà, e per es. nella costruzione del decagono e quindi del pentagono (§ 1299) la divisione della retta in media proporzionale richiede molta oculatezza.

Perciò nel supposito di costruire un poligono, un pentagono A B C D E a mo' d'esempio (fig. 217), se portando la divisione del circolo da A verso B, si trovi che l'ultima divisione non coincida da E nel primo punto A, ma per caso in F, si vuol dividere quel residuo arco F A (oppure A M, se la misura fosse in eccesso) in altrettante parti, quanti sono i lati del poligono, ed aumentata la misura del lato della quantità eguale ad una di quelle parti, se la operazione fu esatta, si troveranno precisi i punti per la costruzione del poligono.

Fig. 217.

Sarà sempre cauto consiglio ripigliare da A verso E la misura eseguita, ancorchè esatta, onde riscontrare se ritorna sugli stessi punti di divisione, e se da B la misura di nuovo coincide col primo punto A.

1306. **Applicazione I. Triangolo.** Quante volte si abbia un prato o campo triangolare, e vogliasi conoscere se, per esempio, i suoi lati A B e A D (fig. 218) sono l'uno all'altro perpendicolari, basta trovare il punto C di mezzo dell'altro lato B D, e se quel punto C

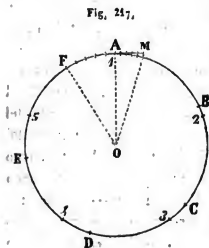
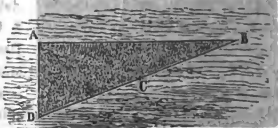



Fig. 218.

sarà distante da A come è da B e da D, si avrà la certezza che quel triangolo è rettangolo per la proprietà delle diagonali de' quadrilateri rettangolari di cui al § 1308. Ebbero i Romani campi triangolari, e Columella espone il calcolo della superficie sia del triangolo equilatero, sia di quello a lati diseguali, siccome sarà detto più innanzi.

1307. Applicazione II. Quadrilatero. In qualunque *parallelogrammo*

Fig. 219.

le diagonali si tagliano in parti eguali; perciò quando si voglia conoscere se il campo A B D C (fig. 219) abbia i suoi lati opposti eguali e paralleli, vuolsi collocare una biffa E in modo che traguardando da B coincida col punto C, e traguardando da A coincida col punto D. Se poi colla misura si trovi A E = E D, ed E C = E B, ciò dimostrerà (§ 1215) che A B = C D, e A C = B D, onde la figura di quel campo è un parallelogrammo.

1308. Quando il *parallelogrammo* fosse rettangolo, oltrecchè le diagonali si tagliano in parti eguali, queste parti sono tutte eguali tra di loro, cosicchè si avrebbe A E = E B = E D = E C, se A B C D fosse un rettangolo.

1309. Nel *parallelogrammo rettangolo*, se si uniscano i punti di mezzo de' suoi lati contigui, per esempio, E con G, G con H ecc. (fig. 220), si ottiene il *rombo* F E G H. Per constatare se il rombo è esatto, cioè se ha i suoi lati eguali, condotte le diagonali F G ed E H, non solo devono esse tagliarsi in parti eguali, cioè deve essere O E = O H, ed O F = O G, ma dette diagonali deono essere tra loro perpendicolari.

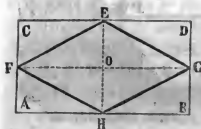



Fig. 220.

Il rettangolo è tra i quadrilateri il più comune nelle costruzioni ecc. I muri, soffitti, impalcati ecc. presentano quasi sempre superficie di rettangoli, come le stesse porte, le finestre, molti mobili, i libri ecc.

1310. Perchè un quadrilatero possa inscriversi in un circolo, gli angoli opposti deono essere *supplementarii*, cioè sommati insieme eguagliare a 2 angoli retti.

1311. Il *trapezio* può avere, oltre 2 lati opposti paralleli, gli altri due *antiparalleli*. Allora l'angolo A D C = B C D, e l'angolo D A B = A B C (fig. 221); di più si hanno D A B + A D C = 2 angoli retti, onde D A B + B C D = 2 angoli retti, perchè A D C = B C D, e il trapezio può essere

inscritto nel circolo, ed havvi un punto O equidistante dai quattro vertici situato nella linea *m n* che divide il trapezio in due parti eguali. Della quale proprietà si troverà l' applicazione nel Capitolo della Meccanica agraria.

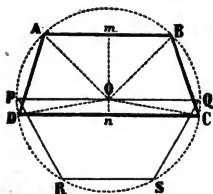
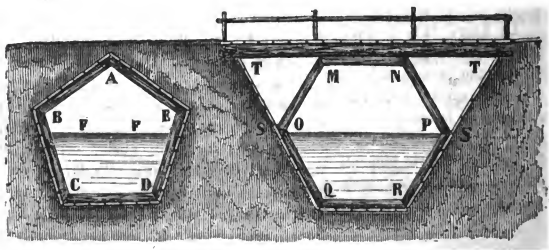



Fig. 221.

Nella stessa figura, il poligono P Q R S è un trapezio ch'è la metà dell'esagono, ed appartiene esso pure alla classe de' poligoni *simmetrici* di cui sarà discorso più innanzi.

« Ogni campo è, o quadrato, o qua« drilungo, o cuneato, o triangolare, o « rotondo, o anche presenta la figura di « mezzo cerchio, o d' arco, talvolta al« tresì di molti angoli. » Così COLUMELLA (1). Il *cuneato* è perciò un *trapezio*, nel quale suppone egli, a modo d' esempio, che i due lati paralleli sieno lunghi l'uno 10 piedi, e 20 l'altro, mentre poi la lunghezza del campo sia di 100 piedi, onde considera gli altri due lati come convergenti, o antiparalleli (2), siccome richiama l'espressione di *cuneato*.

1312. **Applicazione** III. Il *pentagono* come l' *esagono* offrono costruzioni assai solide per sottopassare con acque di canali o di scoli. Quando il terreno è troppo sciolto o come lo chiamano fracido e lamaticcio, anzichè

Fig. 222.

adoperare quelle casse, dette *tromboni*, a sezione di quadrato o di rettangolo, è più robusta l' armadura in pentagono come A B C D E (fig. 222), perchè il vertice A sopporta meglio il passaggio, come i lati B C ed E D meglio reggono

(1) *Omnis ager aut quadratus, aut longus, aut cuneatus, aut triquetrus, aut rotundus, aut etiam semicirculi, vel arcus, nonnunquam etiam plurium angulorum formam exhibet.* COLUMELLA de Re Rustica. Lib. V, Cap. II.

(2) Alcuni commentatori hanno errato credendo assegnata la lunghezza di 100 piedi a ciascuno de' due lati più lunghi, dovendosi intendere supposta di 100 piedi la distanza ch'è tra i due lati minori. Infatti COLUMELLA dice espressamente: *Sive autem cuneatus ager fuerit, ut puta longus pedes centum* ecc. Id. ibid.

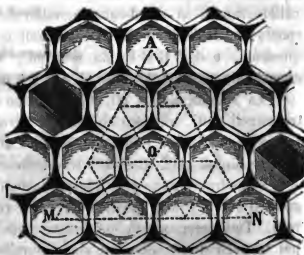
alla spinta delle sponde. Se il canale sia aperto, la sezione d'esagono MNOPQR s'attaglia egregiamente coi lati O Q ed R P all'inclinazione delle sponde, col lato Q R alla platea per assodare il fondo, e i tre lati O M, N P ed M N formano l'armadura del ponte T T, intantochè sostengono in O e P la spinta del terreno S S.

COLUMELLA non si occupa del *pentagono:* egli avea già dichiarato di non trattare completamente delle regole delle misure, perciocchè le considerava più bisogna di geometri che di campaiuoli (1); laonde si limitò ad alcune forme principali « dovendosi, com'egli assevera (2), perdonare « agl'insegnamenti suoi (georgici), se giungono sino a dire in qual modo « si debba fare ciascuna cosa, non quanto sia grande la cosa fatta. »

1313. **Applicazione** IV. L'angolo dell' *esagono* è di 120°, laonde unendone tre col vertice, si ha 360°, cioè una superficie piana compiuta. Dalla resistenza del suo angolo maggiore del retto, non che dalla facilità di costruire questo poligono, muove la sua frequente applicazione nel comporre selciati e pavimenti. A Parigi e a Londra per diminuire le scosse di cui risentonsi gli edificii per lo continuo passaggio di vetture nelle strade a confine, e scemarne anche l'assordante rumore, si pavimentarono alcune strade piu frequentate, mediante esagoni di legno duro, posto in opera colle fibre in direzione verticale.

COLUMELLA dopo aver parlato de'campi a forma ritonda, semicircolari ecc., si occupa pure di quelli a sei angoli, e calcola l'area dell'esagono regolare i cui lati sieno ciascuno di 30 piedi (3).

Fig. 223.

La figura 223 ci darà la chiave a suo luogo della forma esagona che presentano gli alveoli delle api ne' loro favi (4), intantochè ci fa conoscere come questo poligono è quello che offre ne' suoi lati le tangenti ai punti di contatto tra i circoli circondati da altri circoli eguali

(1) *Cum eo, ne dubites id opus geometrarum magis esse quam rusticorum.* Loc. cit., Cap. I.

(2) *Quo magis veniam tribuendum esse nostrae disciplinae censeo, si eatenus progreditur, ut dicat quidquid ratione faciendum, non quantum id sit quod effecerit.* COLUMELLA ib.

La versione che n'ho data è di DEL BENE, ma non la reputo precisa rispetto alla significazione del *quantum* il cui senso è più lato.

(3) *Si fuerit sex angulorum in quadratos pedes sic redigitur. Esto hexagonum quoquo versus lineis pedum XXX ecc.* Id. Cap. II.

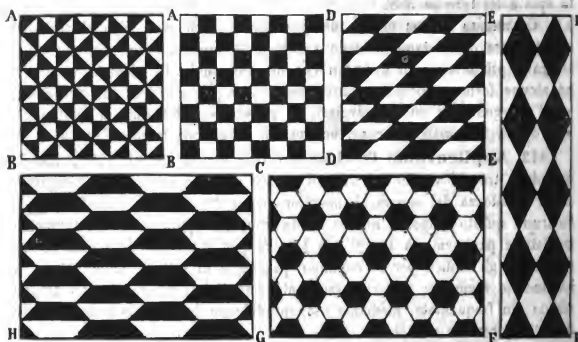
(4) *In favo sex angulis cella, totidem quot habet pedes, quod geometrae ἑξάγωνον fieri in orbi rotundo ostendunt, ut plurimum loci includatur.* VARRONIS *Rerum Rusticarum* Lib. III, Cap. 16.

1314. Nella fig. 224 si hanno diverse combinazioni di varie specie di poligoni, onde ponno comporsi pavimenti, selciati ecc., coprire insomma uno spazio senza discontinuità. In alcuni libri elementari di geometria, tra i poligoni che

Fig. 224.

A A D E I

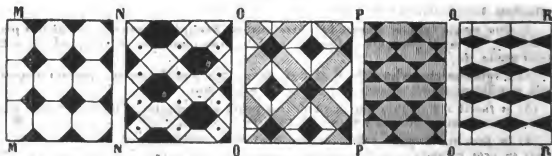
B B C D E

H G F I

adempiono a questa condizione, soglionsi limitare questi tre soli; triangolo equilatero, quadrato ed esagono. Ma il trapezio simmetrico, i rombi, i parallelogrammi vi soddisfano egualmente. Così nella stessa figura si ha lo spazio A A B B ricoperto da triangoli isosceli e rettangoli, l' A B D D da quadrati, e il C G E F da esagoni; ma si ha pure lo spazio D D E E coperto da parallelogrammi, l' E E F I da rombi, il B H C G da trapezii.

La somma di tutti gli angoli attorno d'un punto essendo eguale a quattro angoli retti, dimostra che per coprire perfettamente uno spazio con poligoni regolari, è d' uopo che ciascun angolo di essi sia parte aliquota di quattro angoli retti. Così nel triangolo equilatero il suo angolo è sesta parte, e nel quadrato l'angolo è quarta parte di quattro angoli retti; mentre l'esagono il cui angolo è quattro terzi del retto riesce la terza parte di quattro retti. Tuttavolta questa condizione non è necessaria pei parallelogrammi, pei trapezii di cui due lati sieno paralleli, e gli altri due antiparalleli, e pei rombi, come dimostra la fig. 224 in D D E E, in B C H G ed in E F I I, perchè si possono costruire, qualunque sieno gli angoli di cotali poligoni. I poligoni diversi si ponno poi unire tra loro e coprire esattamente uno

Fig. 225.

M N O P Q R

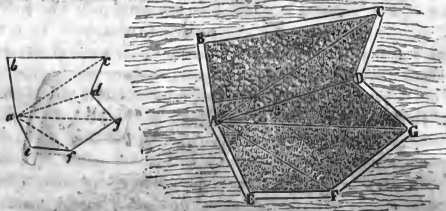
M N O P Q R

spazio, come l'ottagono e il quadrato nello spazio M M N N (fig. 225); l'esa-

gono e il triangolo in P P Q Q, l'esagono e il quadrato in N N O O, l'esagono e il rombo in Q Q R R, e così il quadrato col rettangolo e il trapezio simmetrico in O O P P ecc. ecc. Queste annotazioni torneranno opportune al XIII Libro, ove si parlerà delle forme più convenienti de' varii scompartimenti di terreno ne' poderi, per orti, vigne ecc., oltre le applicazioni nel XXIX Libro, all' ARCHITETTURA rurale.

[10] Poligoni simili.

1315. **I Poligoni simili** si offrono importantissimi per l'agricoltore, perciocchè la rappresentazione delle figure dei terreni nelle piante e mappe, dipende dalla costruzione di figure *simili* nelle carte, secondo dimensioni proporzionali alla grandezza del disegno che si vuole eseguire. Le opere di escavo o di riporto, sieno fossi, canali o rialti ed argini da costruire, son pure determinate da figure *simili*, che nel disegno ne tracciano la forma e le dimensioni. Quegli ch'eseguisce a dirittura sul terreno cotali opere, senza averne delineata in precedenza una traccia sul disegno di quel campo o terreno nel quale vuole costruirle, pentesi sovente di non avere adottata qualche modificazione che gli si appalesa soltanto dipoi a lavoro compiuto, mentre sarebbesi rivelata dal disegno prima di por mano all'esecuzione. Le stesse figure che sono base alle dimostrazioni seguenti, faranno meglio apprezzare l'importanza di queste considerazioni. Onde la necessità di conoscere la natura e le proprietà dei poligoni *simili*, il cui studio rimane agevolissimo, dopo che de' triangoli *simili* pei §§ 1201, 1202 e seguenti si fe' debito cenno.

1316. **Due poligoni** *sono* **simili** come ABCDE ecc. ed *abcde* ecc. (fig. 226)

Fig. 226.

quando sono composti di triangoli simili (§ 1201 ecc). I vertici degli angoli eguali diconsi *vertici omologhi*: i *lati* e le *diagonali* che uniscono gli angoli omologhi, diconsi *lati e diagonali omologhi*. I triangoli simili poi, considerati nel rapporto ai poligoni di cui fanno parte, diconsi triangoli *omologhi*. Sono dunque:

A B ed *a b*, B C e *b c* ecc., *lati omologhi.*

A ed *a*, B e *b* ecc. *vertici omologhi.*

A C ed *a c*, A D ed *a d* ecc., *diagonali omologhe.*

1317. **Teorema** LXXXVI. I POLIGONI simili *hanno gli angoli* a vertici omologhi *eguali, e i lati* omologhi *proporzionali.*

Dimostrazione. I triangoli *omologhi* A B C ed *a b c* (fig. 226), essendo simili, gli angoli B e *b* sono eguali, e si hanno le proporzioni:

(I) A B : *a b* : : B C : *b c;* (II) B C : *b c* : : A C : *a c;*

di più l'angolo B C A = *b c a*. Nei triangoli omologhi A C D e *a c d*, che sono simili, si ha l'angolo A C D = *a c d*. Quindi l'angolo B C D = B C A + A C D è eguale a *b c d* = *b c a* + *a c d*. Si ha poi la proporzione

(III) A C : *a c* : : C D : *c d*,

che, confrontata colle proporzioni (I) e (II), ci darà

A B : *a b* : : B C : *b c* : : A C : *a c* : : C D : *c d*,

d'onde (IV) B C : *b c* : : C D : *c d*.

Proseguendo si trova lo stesso per gli altri angoli e lati ecc., **C. D. D.**

1318. **Teorema** LXXXVII. *I poligoni che hanno gli angoli ciascuno a ciascuno eguali, e i lati* omologhi *proporzionali, sono* simili.

Dimostrazione. Se l'angolo B = *b* (fig. 226), e se A B : *a b* : : B C : *b c*, i due triangoli A B C e *a b c* sono simili. Quindi l'angolo B C A = *b c a* : e siccome è dato l'angolo B C D = *b c d*, quindi A C D = B C D — B C A è eguale all'angolo *a c d* = *b c d* — *b c a* ecc., **C. D. D.**

1319. **Teorema** LXXXVIII. I PARALLELOGRAMMI *sono* simili *quando hanno un angolo eguale compreso tra lati proporzionali.*

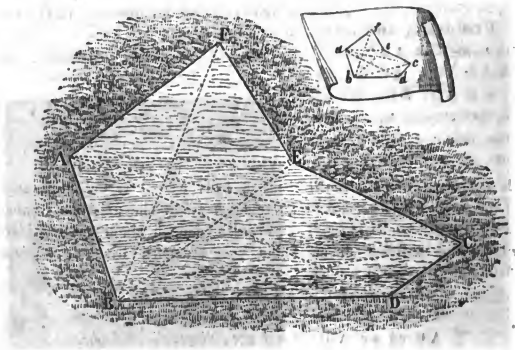
1320. **Teorema** LXXXIX. *I* RETTANGOLI *sono* simili *quando hanno due lati adiacenti proporzionali.*

1321. **Teorema** XC. I ROMBI *sono* simili *quando hanno un angolo eguale.*

1322. **Teorema** XCI. I QUADRATI *sono sempre* simili.

Avvertenza. Tutti questi teoremi non sono che corollarii del precedente Teorema LXXXVI.

1323. **Teorema** XCII. *I poligoni sono* simili *quando gli angoli formati*

Fig. 227.

da due lati omologhi coi lati e colle diagonali omologhe, sono ciascuno a ciascuno eguali.

Spiegazione. Il poligono ABDCEF è simile all'*abdcef* (fig. 227), quando l'angolo A B C = *a b c*, e l'angolo B A D = *b a d*, ed inoltre gli angoli A B D = *a b d*, A B E = *a b e*, A B F = *a b f*, C A B = *c a b*, D A B = *d a b*, E A B = *e a b*, ed F A B = *f a b*.

Dimostrazione. È evidente dalla considerazione de' triangoli, che risultano tutti *simili* ecc., **C. D. D.**

Corollario. Quando gli angoli sono *eguali* tra due poligoni, i lati e le diagonali sono tra loro proporzionali, e *viceversa*; ma ciò non si verificherebbe se si considerassero solo gli angoli compresi dai lati, ovvero soltanto quelli compresi dalle diagonali.

1324. **Teorema** XCIII. *I perimetri dei poligoni* simili, *ossia i loro contorni, stanno tra loro come due lati omologhi, o due diagonali omologhe.*

Spiegazione. Nella citata figura 227 si avrà il perimetro A B D C E F : *a b d c e f* :: A B : *a b* :: B C : *b c* :: A C : *a c* : ecc., e questo teorema è molto importante nella pratica agrimensura.

Dimostrazione. Si è dimostrato (§ 1317), che A B : *a b* :: B C : *b c* :: C D : *c d* :: D E : *d e* :: E A : *e a*. Quindi A B + B C + C D + D E + E A : *a b* + *b c* + *c d* + *d e* + *e a* :: A B : *a b* ecc., **C. D. D.**

1325. **Problema** LVIII. *Costruire un poligono simile ad un altro, sopra una linea data come lato omologo di un prefisso lato di quello.*

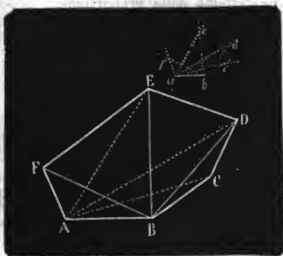
Spiegazione e costruzione. Sia A B C D G F E (fig. penultima 226), il dato poligono e debbasi costruire il poligono simile *a b c d g f e* sul lato *a b* dato come omologo d'A B. Condotte le diagonali A C e A D ecc., si fa l'angolo *a b c* = A B C, e l'angolo *b a c* = B A C: si avrà un triangolo *a b c* simile al triangolo A B C. Dipoi sulla diagonale *a c* = A C si fa l'angolo *c a d* = C A D, al punto *c* si costruisce l'altro angolo *a c d* = A C D, e per questo modo si determina l'altro triangolo *a c d* simile al triangolo A C D, e così proseguendo si ha il poligono ricercato.

Dimostrazione. Essendosi così composto un poligono formato di triangoli *simili* rispettivamente, cioè *omologhi*, al dato poligono; dunque ecc., **C. D. D.**

1326. **Problema suddetto.** *Altra soluzione.*

Costruzione. Sia A B C D E F (fig. 228) il dato poligono. Condotte le diagonali A E, A D, A C dal vertice A, e le B D, B E, B F dal vertice B, sia tracciata una retta *a b* come lato omologo di A B, e si descrivano gli angoli *a b c*, *a b d*, *a b e*, *a b f* rispettivamente eguali ad A B C, A B D, A B E ed A B F: di poi gli angoli *b a c*, *b a d*, *b a e*, *b a f* eguali a B A C, B A D, B A E e B A F. I punti d'intersezione *c*, *d*, *e*, *f* danno con *a* e *b* i vertici del poligono *simile* a quello proposto.

Fig. 228.

Avvertenza. Questo metodo è

rigoroso, ma sotto condizione dell'esatta eguaglianza degli angoli, ed avvertendo che un punto non è mai esattamente determinato dalla intersezione di due rette. Se infatti l'angolo B A C sia molto acuto, le due A C e B C sembreranno sovrapporsi l'una all'altra in C per tratto così sensibile, da rendere di qualche guisa incerto il punto preciso di loro intersezione. Laonde per accertarsi della perfetta *similitudine* dei poligoni, conviene riscontrare se i lati o le diagonali sono tra loro nelle proporzioni rispettive.

Applicazioni.

1327. **Punto inaccessibile.** I triangoli simili servono eziandio per determinare le distanze da punti inaccessibili. Per conoscere quella di A da B, intercettata dal fiume F (fig. 229), scelto un punto D, si misurano col grafometro (§ 1163) gli angoli A B D e A D B formati dalla retta B D (che dicesi *base dell'operazione*) coi raggi visuali BA e DA. Si costruisce il triangolo *abd* simile all'ABD, e da questi due triangoli hannosi le proporzioni A B : *a b* :: B D : *b d*. Perciò se la distanza B D fosse metri 60 e l'*a b* 60 millimetri, avremo il lato B D = 60 × 1000 : dunque anche A B = *a b* × 1000.

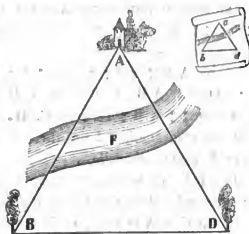
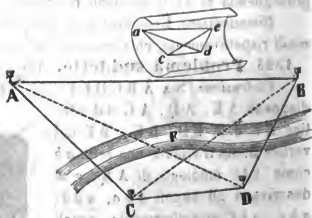
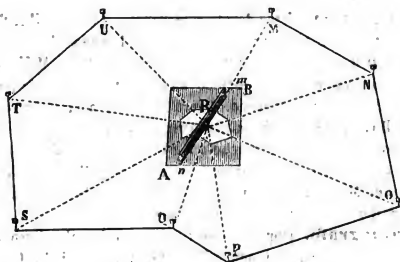



Fig. 229.

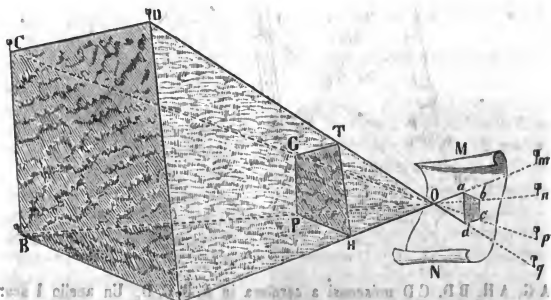
1328. Vogliasi invece conoscere la distanza tra due punti A e B (fig. 230) ossia la lunghezza A B; si descrivano due triangoli *a c d* e *c d b* uguali a quelli risultanti nel terreno, cioè A C D e C D B. In questi conosciamo C D, e gli angoli D C A e C D A, come pure D C B e C D B. Coll'avvertenza di fissare la *c d*, per esempio, lunga in tanti millimetri quant'è lunga in metri la C D, ne trarremo dalla proporzione A B : *a b* :: A C : *a c*, il valore di A C = *a c* × 1000, ed avremo pure la indagata distanza A B = *a b* × 1000 ecc.

Fig. 230.

1329. **Planimetria.** I poligoni simili sono la base delle operazioni geodetiche di *planimetria* ecc. come si chiarirà nel IV Libro. Vegga l'agronomo quanto sia utile la cognizione dei presenti studi geometrici, e com'e' possa agevolmente da se solo (nel caso che mancasse de'necessari strumenti) disegnare sulla carta la superficie del terreno, p. e. A B C D E (fig. 231). Pongasi al centro circa di esso con piccola tavola, A B orizzontale (del che può accertarsi, quando sia levigata, se ponendovi sopra una

biglia o pallottola, essa non tenda a rotolare per alcun verso). Distesovi il foglio di carta, un sottile ago vi collocherà verticale nel mezzo; poi con pic-

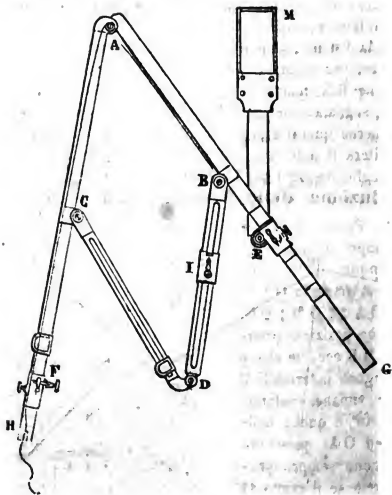
Fig. 231.

colo regolo R, il quale abbia almeno un lembo ben diritto, accostandolo all'ago traguarderà per la faccia appoggiata all' ago medesimo, finchè riscontri l'angolo M e segnerà sulla carta una linea *m n*. Così proseguendo segnerà l'altre linee, secondo la direzione degli altri angoli N, O, P, Q ecc. Di poi misurando la distanza quant'è dal centro R della tavola al punto N, trovando questa distanza, per esempio, 70 metri, nella linea sulla carta segnata in quella direzione R N, marcherà il punto distante 70 millimetri dall'ago verticale, e così segnando in millimetri tutte le altre distanze sulle linee corrispondenti, mercè quel regolo tracciate nella carta, da quei punti congiunti tra loro, risulterà il poligono, ossia la figura *simile* a quella del terreno, come sarà meglio discorso pel IV Libro.

1330. **Riduzione delle figure.** Vogliasi descrivere un poligono

Fig. 232.

simile al solo terreno A B C D (fig. 232), ma riducendone i lati ad un terzo

di lunghezza. Da un punto, per es., O conducansi l'O A, l'O B, l'O C e l'O D; e sull'O A prendasi l'O H eguale ad un terzo di O A, e così la O P un terzo di O B, l'O G un terzo d'O C, e l'O T un terzo di O D; e congiungansi H P, P G, G T e T H; il poligono H P G T sarà simile all'A B C D. È facile dedurne che se si fosse dovuto ridurre tutto il terreno H A B C D T O a simile figura, questa è già tracciata nell'H P G T unita al triangolo H T O. D'onde scorgesi il mezzo di delineare sovra una carta in M N la figura del terreno A B C D, valendosi del metodo analogo al precedente, salvochè si opera fuori del terreno medesimo. Allora si ha in *a b c d* il poligono, conforme ad A B C D, semprecchè si abbia riguardo alla diversa posizione della figura rispetto al disegnatore, perchè *a b* è l'analogo d'A B, *d c* di D C, ecc.: onde, finito il disegno, convien girare la carta, sicchè M occupi il posto di N, ed N quello di M; altrimenti questo poligono, benchè realmente *simile*, si presenta per *simmetrico*, come più sotto sarà palese.

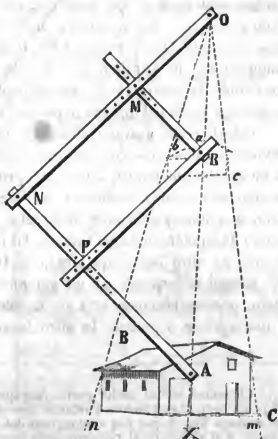
1331. **Pantografo.** Dopo ciò si rileva agevolmente l'uso dello strumento chiamato *pantografo* di cui offre idea la figura 233. Quattro regoli

Fig. 233.

A G, A H, B D, C D unisconsi a cerniera in A, B, C, D. Un anello I scorrevole per tutto il regolo B D, vi si fissa a suo grado, ed uno stiletto voltato in basso si fissa pure come vogliasi in F, in qualunque punto del regolo A H. Similmente sul regolo A G scorre una matita E, la quale si

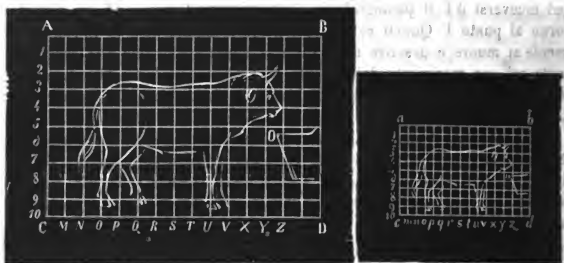
colloca in tal punto che sia in diretta linea con F ed I. Il quadrilatero A B C D ha i suoi lati uguali, ma gli angoli variano secondo che si serra o si apre, essendo essi lati mobili per le cerniere A, B, C e D. Per adoperare questo strumento stendesi sopra la tavola il disegno da copiare, ponendogli appresso il foglio di carta su cui vuolsi delineare. Si fissa il punto I tra questo foglio e il disegno, e con una mano si fa scorrere lo stiletto F su tutte le linee del disegno, tenendo sempre fermo il punto I. Perciò pel muoversi d'F, il pantografo or s' allarga, ora strignesi, ed ora gira intorno al punto I. Quindi nello stesso tempo la matita fissa in E, concordemente si muove e descrive nella carta la figura simigliante alla traccia seguita nel suo movimento dallo stiletto F. Le linee *omologhe* descritte dall'E e percorse dall' F staranno tra di loro come la distanza F I sta ad I E; ossia : : A B : E B.

Il pantografo riportato dalla figura 233 è comune presso i disegnatori, ed è fornito di rotellette, perchè sulla carta più agevolmente trascorra. Inoltre la matita in E è attaccata ad un filo, il quale serve a sollevarla quando vogliasi interrompere la linea che sta descrivendo, e perciò questo filo arriva sino in F a comodo del disegnatore che lo tiene colla stessa mano con cui fa muovere lo stiletto F.

Più semplice è la costruzione rivelata dalla figura 234. Due regoli O N e A N congiunti a cerniera in N, ed altri due R M ed R P mobili pure in R, si riuniscono tra loro in M e P, mediante caviglie attorno cui possano girare liberamente. I quattro regoli deono disporsi di tal guisa, che i punti O, R ed A sieno in linea retta, e che sempre sia R M = N P, ed R P = M N. Perciò la figura M N P R è sempre un parallelogrammo. Dunque il triangolo O R M simile al triangolo O A N; quindi O R : O A : : O M : O N. E per qualunque posizione prendano i regoli M R ecc., le stesse relazioni rimangono invariabili, il loro rapporto rimane costante. Or tale rapporto è quello delle distanze O R ed O A; queste adunque rimangono sempre proporzionali. Perciò se il punto O sia fisso, e che la punta in A segua i contorni della figura o disegno A B C, la matita in R traccierà l'altra figura simile *a b c*, la quale sarà ridotta nel rapporto di O N ad O M rispetto alla lunghezza delle linee, ma nella ragione del quadrato rispetto all'area (§ 951). Questo rapporto si

Fig. 234.

cambia a piacere scorciando o allungando i regoli, mercè alcuni fori praticati nei regoli stessi presso M e presso P; ma lo si dee fare in modo sempre che il punto R resti in linea retta coi punti O ed A.

1332. **Retato** (1). Questo metodo, detto anche de'quadrati, consiste nello inviluppare il disegno da copiare in un rettangolo A B C D (fig. 235), che

Fig. 235.

mediante parallele dividesi in tanti quadrati eguali. Si descrive sul foglio di carta altro rettangolo della grandezza cui si vuol ridurre il disegno, e dividesi esso pure in quadratelli eguali e d'egual numero de' precedenti. È facile concepire che si troverà nel retato *a b c d* il punto *o* corrispondente al punto O del retato A B C D, rilevando ch' è situato nel quadratello compreso tra le parallele 5 e 6 e le parallele Y e Z, e con attenzione osservando la posizione di ciascun punto entro quel retato, si potrà collocarlo in analogo posto pel disegno in piccolo, e questo eseguire simile al maggiore.

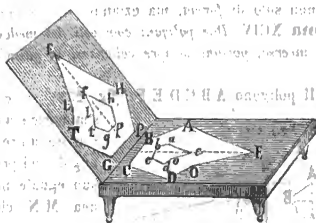
Cotesti *retati* usavano ab antico sin gli Egiziani. Nel 1450 Piero della FRANCESCA o BORGHESE, col supposito d'un velo trasparente posto tra lo spettatore ed un oggetto qualunque, dimostrò il primo che la traccia de'raggi visuali dall'occhio all'estremità visibile di quell'oggetto, formava sul velo nell'attraversarlo, una immagine simile all'oggetto medesimo. Oltre il *retato*, gl'Italiani ebbero la squadra detta del CINGOLI dal nome del suo inventore, dipintore fiorentino, ed altro ingegnoso mezzo di Daniello BARBARO. Ma tengo sufficiente pei disegni occorrevoli ad un agronomo, il conoscere il pantografo ed il retato, perciocchè, come avrà potuto rilevare dalla descrizione fattane, sono di uso agevole e pratico. In altro luogo sarà dato qualche cenno del *Cal-*

(1) Chiamano alcuni anche *graticolato* questo modo usato dai pittori, cui ho detto *retato* da *retare*, esprimente l'artificio loro di tirare la rete sopra disegni o pitture per analogo fine. È poi più vantaggioso del *lucidare* (*soprapposizione* de' geometri) il quale è il ricopiare al riscontro della luce sopra cosa trasparente, disegni scritture e simili; lo che si fa o coll'aiuto di carte unte e trasparenti, o con carta fatta di colla di pesce, o altra finissima, o con ispecchi o con veli neri tirati in sul telaio ecc. e se ne ottiene una figura di grandezza eguale: ma non mai maggiore o minore, e nello stesso tempo simile a rigor di termine, come può occorrere all'agronomo per rilievi di mappe ecc.

cografo (1) verticale ed orizzontale del ROUGET DE L'ISLE, mentre quanto si riferisce all'uso della camera lucida, ed altri ottici ingegni, torna acconcio nel Cap. VII relativo alla FISICA AGRARIA.

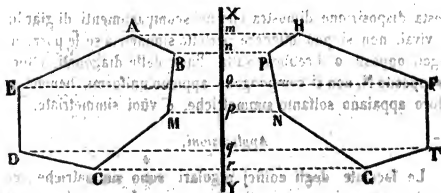
[11] Poligoni simmetrici.

1333. Quando io incidessi il poligono A B C D E (fig. 236) sul rame o

Fig. 236.

sul legno, nell'imprimere quella figura sulla carta, esso rimarrebbevi disegnato secondo la figura H F T G P. Questo poligono H T evidentemente ha le sue parti eguali a quelle dell'altro A D, se non che sono disposte in ordine inverso. La grandezza è la medesima, e tuttavolta esso non è *simile* a quello, ed è soltanto *simmetrico:* mentre il poligono *a b c d e*, ancorchè fosse indefinitamente più piccolo dell' A D, gli rimane sempre simile; così *h p g t f* è simile ad H P T G F, ma simmetrico ad *a b c d e*.

1334. **Problema** LIX *Costruire un poligono simmetrico con altro dato.*

Spiegazione e costruzione. Sia dato il poligono A B M C D E (fig. 237):

Fig. 237.

(1) Oltre il *calcografo*, hannosi il *diasquidagrafo*, il *mecanografo*, l'*omografo*, l'*agatografo*, il *diagrafo*, lo *stereografo* o *pantografo* riformato, lo *scenografo* ecc., tutti mezzi diversi per facilitare la costruzione delle figure *simili* ad altre maggiori o minori, tutti più o meno praticchevoli, ed ecclissati dal *Dagherrotipo*, di cui al VII Capitolo sarà debita menzione.

da tutti i suoi angoli si abbassino tante perpendicolari A *m*, B *n*, E *o*, M *p*, D *q* e C *r* sopra una linea X Y. Queste perpendicolari si prolunghino al di là della X Y in modo che sia A *m* = *m* H, B *n* = *n* P, E *o* = *o* F, M *p* = *p* N, D *q* = *q* T, e C *r* = *r* G. Congiunto il punto H con F, F con T ecc., si avrà il poligono H F T G N P simmetrico col A B M C D E.

Dimostrazione. Suppongasi che la fig. 237 sia piegata sulla X Y, il punto A combacierà il punto H; B coinciderà in P ecc., dunque ecc., **C. D. D.**

Asse simmetrico di posizione. Quella linea XY è detta asse simmetrico, o di simmetria: e quando esiste tra due poligoni, indica ch'essi sono simmetrici non solo di *forma*, ma eziandio di *posizione*.

1335. **Teorema XCIV.** *Due poligoni composti dei medesimi elementi, ma disposti in ordine inverso, possono sempre collocarsi in guisa da riferirsi ad un asse di simmetria.*

Spiegazione. Il poligono A B C D E F (fig. 238) si confronti col suo simmetrico *a bc d e f*; si potran sempre unire i vertici di un angolo del primo poligono col suo eguale nell'altro, e la linea M N che dividerà per mezzo le rette A *a*, B *b* ecc. sarà l'asse di *simmetria*.

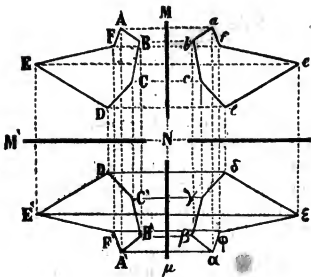



Fig. 238.

Dimostrazione. Le A *a*, B *b* ecc. saranno necessariamente parallele tra loro, e l'asse M N perpendicolare alle medesime, come si conosce anche dal poligono $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi$, il quale, simmetrico dell'*a b c d e f*, riproduce il poligono eguale all' A B C D E F, mentre l'altro A' B' D' C' E' F' è simmetrico di $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\varphi$, e risulta perfettamente eguale all' *a b c d e f*.

Questa disposizione dimostra che ne' scompartimenti di giardini, o anco di scelti vivai, non si può ottenere perfetta simmetria se le porzioni che sono negli angoli opposti, o direbbesi sulla linea delle diagonali, attorno un centro per supposito N, non si compongano appieno uniformi, benchè per la posizione loro appaiano soltanto simmetriche, o vuoi simmetriate.

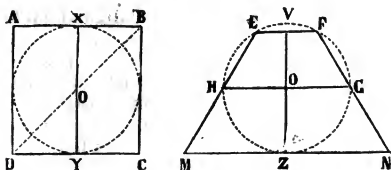
Applicazioni.

1336. Le facciate degli edificj regolari sono simmetriche, come lo è per esempio un erpice, un estirpatore ecc. In tutte le costruzioni, la simmetria delle parti è condizione importantissima dell' equilibrio di peso, di pressione, e perciò di solidità. La stessa superficie onde si deono regolare i terreni lavoratii, offre nella sua sezione la forma simmetrica come si vedrà nel XIV Libro, quando vogliasi ottenere il regolato deflusso dell' acque piovent i, o d' irrigazione.

1337. **Asse simmetrico di figura.** Qualunque retta la quale divida una figura in due parti simmetriche è *asse di simmetria* di quella figura.

Dividendo la base del triangolo isoscele con retta che ne unisca il mezzo di essa col vertice, si hanno due triangoli che sono eguali, ma non identici, e quindi solo simmetrici; la bissettrice è il suo *asse* simmetrico.

1338. **Avvertenza.** Non deesi confondere cotesto *asse* colle linee che dividono figure in parti perfettamente identiche, come il diametro del circolo, la diagonale del quadrilatero regolare ecc. Asse di simmetria sarà quello del trapezio, perciò detto simmetrico. Queste avvertenze sono necessarie per non confondere insieme *similitudine, simmetria* ed *eguaglianza*. Prendiamo ad esempio il quadrato A B C D e il trapezio E F G H (fig. 239). L'X Y divide il

Fig. 239.

quadrato in parti eguali, non solo perchè, piegando quel quadrato su quell'asse X Y, avrò X B C Y che combacia perfettamente con X A D Y, ma perchè se la figura girasse attorno a se stessa, quando B si sovrappone a D, avrò C sovrapposto ad A, e perfettamente coperto il rettangolo A X Y D dal rettangolo B Y X C. Invece nel trapezio E F G H, piegandolo sull' asse di simmetria V Z, avrò F sovrapposto ad E, e G ad H; ma per quanto io faccia girare quella figura attorno a se stessa, nel medesimo piano non potrò far coincidere F V con E V ed in pari tempo G O con H O, oppure F V con H O, o G O con E V. Lo stesso dicasi per H M G N.

1339. Così le due mani d' un uomo possono essere perfettamente eguali, ma saranno simmetriche ovvero simmetriate, non mai identiche: così le due ali d'un' aquila ecc.; onde io non potrò mai porre la sinistra in luogo della destra. Questo invece potrò eseguire colle due metà d' un quadrato, colle due corna d' un bue ecc. Si noterà inoltre la facilità di costruzione che offre l'enunciato Problema LIX, e quella per riprodurre i poligoni eguali e simmetrici della figura 238: dispensano dal costruire angoli sempre difficili anche nel disegno, a meno di non valersi di strumenti di precisione siccome il *celerigrafo* dell' Hadot (1) di cui tornerà in acconcio un breve cenno a suo luogo.

---

(1) Bulletin *de la Soc. d' Encouragement.* Quarantetroisième année, pag. 57 (février 1844).

[12] Poligoni stellati.

1340. **I Poligoni** che offrono anche angoli rientranti, e direbbonsi concavi rispetto al perimetro, quando hanno questi angoli eguali tra loro, come lo sieno pur tra loro gli angoli convessi, ed i lati eguali, diconsi poligoni *stellati*. Possono costruirsi per *riduzione* congiugnendo due a due, tre a tre ecc. i vertici dei poligoni regolari convessi: o per *estensione* prolungando i lati di questi, e determinandone la inserzione due a due, tre a tre, quattro a quattro ecc.

Fig. 240.

1341. **Poligono stellato** *ridotto sul pentagono.* La figura 240 dimostra la costruzione del poligono stellato

A F B L C H D G E I A,

dedotto dalla riduzione del pentagono A B C D E, e formato conducendo le diagonali A C, A D ecc.

1342. **Poligono stellato** *esteso sull'esagono.* La figura 241 mostra il poligono *stellato* A B C D E F creato sull' esagono G H I L M N prolungando i suoi lati G H, H I, I L ecc. Riunendo i vertici A, B, C ecc. del poligono stellato, si riproduce l' esagono; come nella precedente figura 240, le diagonali riproducono nell' interno il pentagono F I G H L.

Fig. 241.

1343. **Problema** LX. *Costruire un poligono stellato con dato numero d'angoli.*

Costruzione. Si descrivano con raggi diversi due circonferenze concentriche A B C D (fig. 242) ecc. e K I L M ecc. Dividasi la maggiore nel numero d'angoli convessi o punte che voglionsi dare al poligono p. e. otto. Dai punti A, B, C ecc. di divisione conducansi i raggi, onde anche la circonferenza minore H I K L... sarà divisa in otto parti o archi eguali. Divisi questi per metà, unisconsi i punti medii coi punti di divisione della circonferenza esterna, mediante rette le quali saranno i lati del poligono desiderato.

Fig. 242.

Applicazioni.

1344. **I Poligoni stellati** riescono d'utile uso nella fabbricazione d'alcuni strumenti e macchine rurali, siccome seminatoi, piantatoi ecc., del che si terrà conto ne' luoghi opportuni.

1345. **Rosa dei venti.** Si può concepire la *rosa dei venti* come l'unione di parecchi poligoni stellati sovrapposti. Quella di cui sono fornite le *bussole* si ottiene disegnando una circonferenza, e dividendola in 32 parti uguali; e le 32 freccie o punte indicano i 32 *rombi* dei venti, cioè le 32 principali direzioni. La fig. 243 mostra la forma più comune di queste *rose*: i lati delle *freccie* deono essere tangenti ad una stessa circonferenza concentrica a quella prima. Le freccie che deono indicare i quattro punti *cardinali Nord, Sud, Est, Ovest*, cuoprono tutte le altre. Corrispondono adunque ai quattro punti cardinali del mondo, *Settentrione, Mezzogiorno, Oriente, Occidente*, i soli venti di cui parlino gli autori più antichi (quattro soli nominandone OMERO nel V Libro dell'Odissea) e dai Romani chiamati *Eurus*, o euro vento d'oriente; *Zephirus*, o zefiro vento d'occidente; *Notus* o *Auster*, cioè noto od ostro quello di mezzogiorno, e *Borea*, o borea quello di settentrione. Di poi i Greci ne aggiunsero sino ad otto, e VITRUVIO descrive la torre ottagona di marmo innalzata in ATENE sulle cui otto faccie era scolpita la figura di un vento, mentre i Romani ne distinsero 12, ed esisteva a GAETA (l'antica *Cajeta*) la colonna dodecagona, su cui era scolpito il nome di ciascuno di essi. Nella rosa dei venti, le *freccie* corrispondenti ai punti intermedii cioè *Nord-est, Nord-ovest, Sud-est, Sud-ovest*, sono in parte coperte dalle quattro prime, e sovraposte alle rimanenti. Così quelle intermedie alle otto accennate rispondono ai *rombi* seguenti: *Nord-nord-ovest*, *Nord-nord-est*, *Est-nord-est*, *Est-sud-est*, *Sud-sud-est*, *Sud-sud-ovest*, *Ovest-Sud-ovest*, *Ovest-nord-ovest*. La indicazione di *Nord-nord-est* esprime la direzione intermedia tra il *Nord* ed il *Nord-est* e così le altre. Le ultime 16 mostrano appena la loro punta la quale segna le direzioni intermedie fra le altre 16 precedenti, e si esprimono coi seguenti nomi: *Nord-est-quart-nord* che vuol significare la direzione tra il *Nord* e l' *Est* ad un quarto della distanza partendo dal *Nord*; così dicasi del *Nord-est-quart-est* ecc. Perciò la disposizione di questi di-

Fig. 243.

versi poligoni stellati uno sopra l'altro serve a designare quelle 32 direzioni senza che abbiasi a confonderle tra di loro.

[13] Linee traversali e linee armoniche.

1346. Prima di dar termine alle nozioni intorno alle figure piane rettilinee, è d'uopo intrattenersi di alcune proposizioni relative a questa parte di elementare geometria.

1347. **Linee traversali.** Sia il triangolo A B D (fig. 244) tagliato da una bd: se prolunghisi il lato B D sino a che incontri la bd prolungata in a, si hanno le porzioni A b, B d e D a dette segmenti *alterni*, il cui prodotto è eguale a quello degli altri segmenti a B, b D e d A. Quindi:

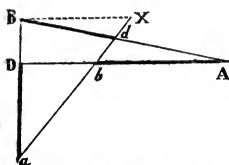



Fig. 244.

1348. **Teorema** XCV. *Se tre rette* (A B, A D e B D) *che si tagliano, sieno incontrate da una* traversale *(a b d), i prodotti de' segmenti separati sono eguali.*

Spiegazione. Si avrà $Ab \times Bd \times Da = aB \times bD \times dA$.

Dimostrazione. Condotta la B X parallela a D A, e prolungata l' abd in X, si ha $BX : Ab :: Bd : dA$ (pe'triangoli simili B X d e A bd), e similmente $BX : bD :: aB : aD$ (pe'triangoli simili a B X ed a D b). Quindi

$$BX = \frac{Ab \times Bd}{dA} \text{ ed insieme } BX = \frac{bD \times aB}{aD};$$

$$\text{onde } \frac{Ab \times Bd \times aD}{dA \times aD} = \frac{bD \times aB \times dA}{dA \times aD};$$

ma due frazioni eguali che abbiano eguali denominatori, deono avere lo stesso numeratore: quindi

$$Ab \times Bd \times Da = bD \times aB \times dA, \quad \text{C. D. D.}$$

1349. **Teorema** XCVI. *Se in un triangolo per un punto interno si conducano rette dai vertici degli angoli ai lati opposti, si hanno i lati divisi in parti che rendono eguali i prodotti dei segmenti separati.*

Fig. 245.

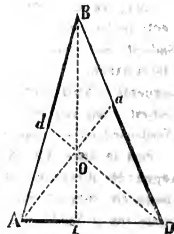
Spiegazione. Nel triangolo A B D (figura 245) per un punto interno O condotte le A a, B b e D d, si ha

$$Ab \times Bd \times Da = aB \times bD \times dA.$$

Dimostrazione. Considerando la D d come una traversale delle tre rette A B, B b e A b, si ha pel Teorema precedente

$$dA \times bD \times OB = Bd \times Ob \times AD:$$

e considerando pure la A a come traversale delle tre B D, B b, b D, si avrà

$$Ab \times Da \times OB = aB \times Ob \times AD.$$

Da queste due equazioni si trae, dividendole e sopprimendo i fattori comuni,

$$\frac{A\,b \times D\,a}{d\,A \times b\,D} = \frac{a\,B}{B\,d},$$

che, ridotte allo stesso denominatore, danno i numeratori eguali

$$A\,b \times D\,a \times B\,d = a\,B \times d\,A \times b\,D.$$

1350. **Linee armoniche.** Generalmente quattro quantità a, b, c, d diconsi in *proporzione armonica* quando la *prima* sta alla *quarta*, come la differenza tra la *prima* e la *seconda* sta alla differenza tra la *terza* e la *quarta*. Ciò vale quanto dire che $a : d :: a - b : c - d$.

Quindi se abbiasi una linea M C divisa in modo coi punti X e B che si abbiano le quattro lunghezze C M, C B, M B e B X nella proporzione

$$CM : BX :: CM - CB : MB - BX,$$

queste linee sono armoniche, e la C M è divisa in proporzione armonica ne'punti X e B.

1351. Sieno AB ed AC (fig 246) unite ad angolo in A, tagliate da due rette M E ed M C, unite pure ad angolo in M, che taglino quelle ne'punti D, B, E e C. Condotte nel quadrilatero D B C E le diagonali D C e B E, pel punto O di loro intersezione conducasi l'A O sino che tagli l'M C in X. L'M E, come traversale rispetto alle A B, A C e B C, darà pel teorema penultimo (§ 1348)

Fig. 246.

$$AE \times CM \times BD = AD \times MB \times CE:$$

d'altronde le tre rette A X, B E e C D danno pel teorema ultimo (§ 1349)

$$AE \times CX \times BD = AD \times BX \times CE.$$

Da queste due equazioni trarremo facilmente (Cap. V)

$$\frac{CM}{CX} = \frac{MB}{BX}, \text{ d'onde } CM \times BX = MB \times CX.$$

Dunque la C M è divisa in tre segmenti tali, che il prodotto della intera linea, moltiplicata pel segmento di mezzo, è eguale al prodotto de' segmenti estremi. Similmente si troverà

$$ME \times DH = MD \times HE.$$

Fig. 247.

Il punto O si mantiene sempre nella linea A X; quindi l'A X chiamasi linea *polare* e *fascio di armoniche* il complesso delle rette che ponno condursi da M, punto che perciò chiamano *polo*. Laonde conducendo altra M N (fig. 247), questa sarà nella condizione della M E ossia della M C, e il punto S si troverà sempre nella polare AX.

1352. **Problema LXI.** *Costruire la linea* polare.

Fig. 248.

Dal polo M (figura 248) conducasi la M X parallela alla data A C, e prendasi B X = M B, e congiungasi A con X mediante l'A X: questa sarà la linea polare.

Dimostrazione. Condotta una M E qualunque, essa sarà divisa armonicamente in D ed in H dall' A B e dalla A X ecc.

Applicazioni.

1353. **Distanza inaccessibile.** Il Teorema XCV offre altro mezzo di calcolare con approssimazione la distanza del punto A dal punto B supposto inaccessibile (fig. 249).

Fig. 249.

Posta una biffa in A, poi altra in C in diretta linea con A B, una terza in qualsiasi punto D, ed una quarta in un punto qualunque F, purchè nella dirittura di C e D, si collochi la quinta in E a modo che concorra traguardando da A verso D nella linea A D, ed in pari tempo traguardando da F al dato punto B nella visuale F B. Noi avremo in forza del citato teorema

$$BC \times DF \times AE = BA \times CF \times DE,$$

d'onde $$BC = BA \times \frac{CF \times DE}{DF \times AE};$$

ma $$BC = BA + AC:$$

dunque $BA + AC = BA \times \frac{CF \times DE}{DF \times AE}$, ed $AC = BA\left(\frac{CF \times DE}{DF \times AE} - 1\right)$,

e finalmente B A eguale ad A C diviso per quella frazione meno 1.

Se avessimo $CF = 30^m, 25$; $DP = 39^m, 17$; $DE = 42^m, 54$ ed $AE = 21^m, 95$, quella frazione si ridurrebbe ad 1, 49; e se $AC = 40^m, 20$, avremo

$$BA = \frac{40^m, 20}{0^m, 49} = 82^m, 04.$$

Però in questo problema è d'uopo essere molto rigorosi nelle misure, altrimenti con tante moltipliche è facile cadere in gravi errori. Più utile, benchè non sempre facile, è l'altra seguente applicazione.

1354. **Direzione a un punto non visibile.** Vogliasi dalla strada *a*OC (fig. 250), passando per dato punto O, tracciare altra strada che concorra al punto A cui si riuniscono le due A D e B A, traversanti il bosco. Si piantano le biffe tracciate nella figura, una dopo l'altra secondo l'ordine de'numeri con cui sono marcate. Le biffe 1 e 9 daranno la ricercata direzione,

semprecchè nel porre le biffe siasi esattamente applicato quanto si è detto nel § 1351 sussidiato dalla fig. 247.

Non mi estenderò ad altre applicazioni, bastando queste a dimostrare l'utilità delle nozioni geometriche, comecchè appaiano per avventura alcune di esse non completamente necessarie all' agronomo L' ultima in ispecie delle enunciate pratiche dispensa dall'artificio incomodo di elevare segnali a notevoli altezze, onde poi se non sono esattamente verticali, derivano errori gravissimi nel tracciare la linea indagata.

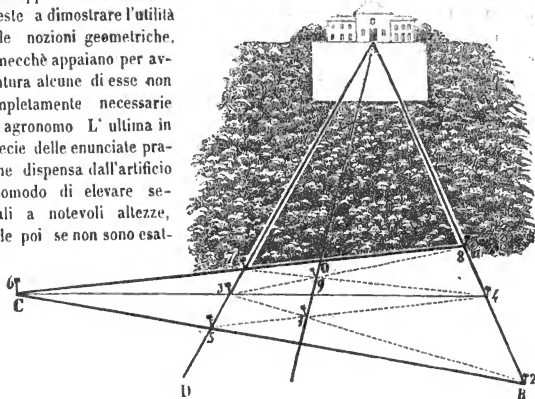



Fig. 250.

[14] Area e Planimetria.

1355. **Area** è la quantità di superficie contenuta tra i lati d'una figura. Due figure ponno essere eguali in area, senza coincidere perfettamente in tutti i loro punti, quando vengano soprapposte. Onde la distinzione di figure *eguali* e figure *equivalenti*. Due campi ponno essere d'eguale estensione, cioè equivalere ad egual numero di ari o di ettari, ed avere forma diversissima.

L'*area* può constare di data estensione, senz' essere terminata da alcuna linea; la sfera, l'ellissoide, la figura stessa dell'uomo, di un animale, d'una pianta non sono conterminate da linee; solo ci appaiono presentare contorni, perchè non possiamo vedere questi corpi o volumi tutti in una volta, cioè senza farli girare, ovvero senza girare noi attorno ai medesimi. In questi casi si sostituisce la parola *forma*, a quella di figura, ma realmente in matematica *forma* ha tutt'altro significato.

1356. **Misurare l'area** o la superficie di una figura piana, è conoscere quante volte comprende l'area o superficie di un quadrato, i cui lati siano l'unità lineare. Nel Capitolo IV, § 226 ecc., e nel Capitolo V, § 689, si è detto per qual modo si ottenga la misura del quadrato: ma in generale *il numero esprimente la misura di una superficie, si ha nel prodotto di due*

altri numeri ciascuno de' quali esprime la misura di una linea. Dunque la misura dell'area si ottiene moltiplicando tra loro i valori numerici di due linee.

1357. **Regola numerica.** Prima di rilevare le soluzioni geometriche, gioverà molto all'agronomo conoscere la seguente regola pratica.

Con metodi trigonometrici si trova che, preso per *unità d'area* il quadrato del lato d'un poligono regolare, l'*area* di questo poligono è espressa dai numeri recati nel seguente PROSPETTO :

NUMERO DE' LATI	VALORE PROPORZIONALE DELL'AREA
3	0, 4330
4	1, 0000
5	1, 7205
6	2, 5981
7	3, 6339
8	4, 8284
9	6, 1818
10	7, 6942
12	11, 1962
15	17, 6424
16	20, 1093
ecc.	ecc.

Suppongasi di cercare l'*area* d'un OTTAGONO. Se la lunghezza del suo lato sia quattro, e quindi il QUADRATO di esso sia 16, si moltiplica questo numero per quello designato nel PROSPETTO come corrispondente al poligono di otto lati, il qual numero è 4, 8284. Dunque l'area del dato ottagono sarà:

$$16 \times 4,8284 = 77,2544.$$

Dal che ricavasi l'altro seguente PROSPETTO delle aree di poligoni il cui lato sia eguale a 2.

POLIGONI	VALORE PROPORZIONALE	AREA
Triangolo	0, 4330	1, 7320
Quadrato	1, 0000	4, 0000
Pentagono	1, 7205	6, 8820
Esagono	2, 5981	10, 3924
Ettagono	3, 6339	14, 5356
Ottagono	4, 8284	19, 3136
Ennagono	6, 1818	24, 7272
Decagono	7, 6942	30, 7768
Dodecagono	11, 1962	44, 7848
Quindecagono	17, 6424	70, 5696
Sediciagono	20, 1093	80, 4372
ecc.	ecc.	ecc.

1358. **Teorema** XCVII. *L'area del* QUADRATO si ha (§ 1356) *moltiplicando un lato per se stesso*, perchè le sue misure, di lunghezza cioè, e di larghezza

sono eguali. Se la lunghezza B C (fig. 251) del quadrato, o sua larghezza B E, ch'è lo stesso, sieno di quattro metri, volendo conoscere l'area del quadrato B C D E, è come indagare quante volte comprenda il quadratello A, i cui lati sieno eguali ad un metro. Portando successivamente sui lati del quadrato B D la misura B *m*, *m n* ecc., eguale ai lati del quadratello A, se si uniscano con rette i punti di divisione corrispondenti negli opposti lati, si avrà B D diviso in tanti piccoli quadratelli eguali ad A, in numero eguale al prodotto del numero delle divisioni d'un dei lati, moltiplicato per se medesimo.

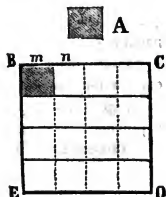
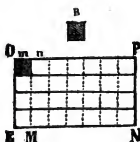
Fig. 251.

1359. Teorema XCVIII. *L'area del* RETTANGOLO *ha per misura il prodotto di due lati adiacenti*, di cui l'uno, p. e. E N (fig. 252) dicesi *base*, e l'altro p. e. N P *altezza*. Vale lo stesso calcolo e confronto col quadratello B.

Fig. 252.

1360. Teorema XCIX. *L'area del* ROMBO *e del* ROMBOIDE *ha per misura la perpendicolare condotta tra due lati paralleli moltiplicata per la lunghezza d'uno di essi lati preso per base.*

Spiegazione. Il romboide A B C D (fig. 253) ha per misura la perpen-

Fig. 254. Fig. 253

dicolare A F moltiplicata pel lato o base D C. Il rombo I L M N ha per misura I N × N L.

Dimostrazione. Infatti calando l'altra perpendicolare B E sulla D C prolungata in E, il triangolo B C E = A D F. Ma abbiamo A B C D = A B E D — B C E, ed A B E F = A B E D — A D F : dunque A B C D = A B E F. Lo stesso vale pel rombo I L M N (figura 254) rappresentato dal rettangolo I L O N.

1361. Teorema C. I PARALLELOGRAMMI *d'egual base ed altezza hanno eguale superficie, cioè* area *equivalente tra loro, ed eguale a quella del rettangolo di pari base ed altezza.*

Dimostrazione. È Corollario dei Teoremi precedenti. Per meglio chiarirsene, ritornando alla figura 157, § 1217, la dimostrazione che il parallelogrammo A B C D = C D E M, si estende anche a provare che il parallelogrammo C D E M è eguale al rettangolo E M P N. Quindi essendo C D E M = A B C D, risulta pure A B C D = E M P N.

1362. **Teorema** CI. *L'area del* TRIANGOLO *è eguale alla metà del prodotto della base per l'altezza.*

Spiegazione. Come fu avvertito, qualsisia lato del triangolo può considerarsi per la sua *base:* e l'*altezza* è la lunghezza della perpendicolare abbassata dal vertice d'uno degli angoli sul lato opposto preso per *base.* Quindi il numero delle *unità di area* contenute in un triangolo si ottiene col cercare il numero delle unità di lunghezza della sua *base,* quello delle unità di lunghezza della sua *altezza,* moltiplicare questi due numeri uno per l'altro, e prendere la metà del prodotto.

Dimostrazione. Il triangolo A B C (fig. 255) è diviso mediante la perpendicolare A D, ch' è la sua altezza, nei due triangoli B A D e A D C. Costruito il rettangolo B E F C sulla base B C e sull'altezza A D, avremo il triangolo A B C = B E F C — E A B — A F C; ma E A B = A B D, ed A F C = A D C: dunque il rettangolo B E F C è eguale a due volte i triangoli A B D + A D C ecc., cioè il triangolo A B C è eguale alla metà del rettangolo E D F C. Ma questo è eguale al prodotto di quell' altezza A D per la base D C, dunque ecc., **C. D. D.**

Fig. 255.

Avvertenza. Altro modo pratico si può ricavare da questa regola, che *per ottenere l'area d'un triangolo, si dee fare la semisomma de' lati, sottrarne alternativamente ciascuno di essi, moltiplicare tra loro i tre resti e la semisomma, ed estrarre la radice quadrata del prodotto* (1). Se, ad esempio, i tre lati sieno rispettivamente 41, 16 e 37 metri, la loro somma è 94, onde la *semisomma* 47. Sottraendone quelle tre lunghezze, si hanno i tre *resti* 6, 31 e 10. L'area, di questo triangolo avrà quindi per valore

$$\sqrt{(6 \times 31 \times 10 \times 47)} = 295,66.$$

1363. **Teorema** CII. I TRIANGOLI *d'egual base ed altezza sono equivalenti, cioè hanno* l'area *di eguale grandezza.*

Dimostrazione. È corollario del precedente.

1364. **Teorema** CIII. L'*area del* TRAPEZIO *è eguale al prodotto della semisomma de' due lati paralleli per l'altezza del trapezio.*

Dimostrazione. Nel trapezio A B C D (fig. 256) abbassata la perpendicolare A F tra i due lati paralleli (la quale è l'altezza del trapezio), alla metà della D F s' innalzi altra perpendicolare E N M, finchè incontri in M l' A B prolungata; il rettangolo M E B C è eguale al trapezio A B C D perchè il triangolo N D E = M N A. Ma E C è eguale alla metà

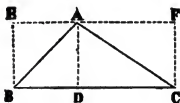
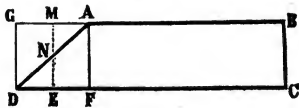
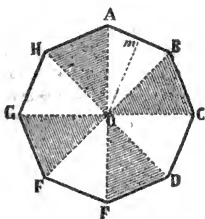



Fig. 256.

(1) SONNET, Note relative a l'aire du triangle. GÉOMÉTRIE *Th. et Prat.* PARIS, 1843, pag. 225.

di D C + A B, perchè F C = metà di A B + F C ecc. E F = metà di D F: dunque ecc., **C. D. D.**

1365. **Teorema** CIV. *L'area d'un poligono regolare è il prodotto della lunghezza totale del suo* perimetro, *moltiplicata per la metà dell'* apotema *ossia della perpendicolare abbassata dal centro del poligono sovra uno de' suoi lati.*

Fig. 257.

Dimostrazione. L' area del poligono A B C D E F (fig. 257) equivale alla somma delle aree dei triangoli in cui può dividersi. Essendo questi triangoli eguali e misurati dalle basi A B, B C ecc., moltiplicate per la metà dell'altezza O *m*, che è l'*apotema* ossia la perpendicolare abbassata sul lato del poligono, l'area di questo sarà espressa da

$$\frac{AB \times Om}{2} + \frac{BC \times Om}{2} + \frac{CD \times Om}{2} \text{ ecc.},$$

ossia $(AB + BC + CD \ldots\ldots\ldots) \frac{Om}{2}$, **C. D. D.**

1366. **Teorema** CV. *L'area de' poligoni irregolari equivale alla somma delle aree dei triangoli in cui può decomporsi.*

Per quanto irregolare possa essere la figura di un poligono A B C D E F G H I (fig. 258), potremo sempre decomporla in triangoli, e quindi, per l'assioma che il tutto è eguale alla somma delle sue parti, rilevarne l' estensione. La divisione in triangoli si può fare, conducendo da un punto interno del poligono tante rette ai vertici de' suoi angoli, come dà esempio il punto R nel poligono M N O P Q S T U della figura 232 (§ 1329), o da un vertice A (fig. 257) conducendo le diagonali A H, A G ecc.

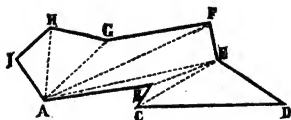
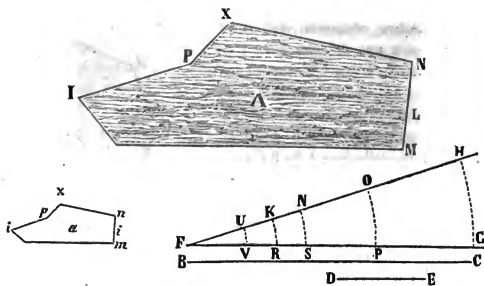



Fig. 258.

Ma, come può rilevarsi dalla stessa figura, se il poligono abbia degli angoli rientranti, qual è A B C, allora non si può da un sol punto A condurre tutte le diagonali necessarie per dividere il poligono irregolare in tanti triangoli: nella stessa figura infatti rimarrebbe un'area indivisa, cioè quella compresa dall' A D e dalla porzione di perimetro A B C D E. Quindi occorre condurre le diagonali E B ed E C per ispartire quell'area indivisa, nei tre triangoli A E B, B E C ed E C D. Le seguenti applicazioni meglio ancora chiariranno il subbietto.

1367. **Aree simili.** Havvi un artificio assai facile per tradurre una data area in altra simile senza ricorrere ai mezzi di cui si è detto al § 1328 ecc.

Per ridurre il disegno A (fig. 259) in una data ragione (come quella tra la B C

Fig. 259.

e la D E, per esempio, onde il lato M N si riducesse in *m n*), sopra una indefinita G F descrivesi, fatto centro in F con raggio B C, l'arco pure indefinito G H, e fatto centro in G con raggio D E tagliasi in H quell'arco G H, e il punto H con F congiugnesi mercè la H F. Per avere la lunghezza *n x* nella copia, fatto centro in F, con F P eguale ad N X descrivendo l'arco O P, la distanza tra i due punti O e F darà la ricercata lunghezza *n x*. Questo ripetasi d'ogni altra dimensione, e il triangolo F G H soddisferà a tutte le condizioni delle proporzionali misure ricercate.

Applicazioni.

1368. **Area dei terreni.** Se il terreno si può percorrere per ogni verso, ed abbia figura di poligono rettilineo, cioè il suo perimetro come A B C O M P (fig. 260) si componga di rette linee, condotte le diagonali A M, A O ed A C, dividesi in triangoli, e su quelle diagonali prese come base di detti triangoli si trovano nelle perpendicolari P *d*, O *f* ecc. le loro altezze. Nel presente caso l' area A B C O M P è la metà di A M $\times$ P *d* + A M $\times$ O *f* + A C $\times$ O *g* + A C $\times$ B *h*, ossia la metà di questa la espressione, A M $\times$ (P *d* + O *f*) + A C $\times$ (O *g* + B *h*), lo che ci dimostra che basta misurare le due diagonali A M ed A C senza calcolare la terza A O.

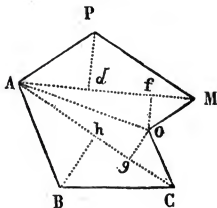



Fig. 260.

1369. Si potrà invece delle diagonali, condurre una sola A E p. e. nel

poligono A B C D E F G H I (fig. 261), la quale chiamano *direttrice*, ed attraversi il terreno nella maggior lunghezza. Su di essa si calano dai vertici B, C, D ecc. le perpendicolari B *m*, C *n*, D *o* ecc. e così dividesi in triangoli, rettangoli e trapezii, le cui aree sommate daranno quella complessa del terreno.

Fig. 261.

1370. Quando non si possa accedere ovunque nell' interno per misurare quelle diagonali e perpendicolari, si circoscrive al terreno un poligono regolare. Per esempio il poligono M N O P (fig. 262), si circoscrive colle quattro linee A B, B C, C D e D A che tocchino i vertici del poligono, e sieno tra di loro perpendicolari. Il rettangolo A B C D ha la sua superficie eguale al prodotto della base B C moltiplicata per l'altezza A B. Abbassando sui suoi lati delle perpendicolari dai vertici del poligono interno, misurando l'area di quei triangoli e trapezii esterni al terreno, e sottraendone la somma dall'area del rettangolo A B C D, avremo l'area M N O P che si volea misurare.

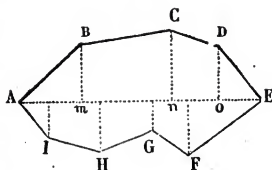
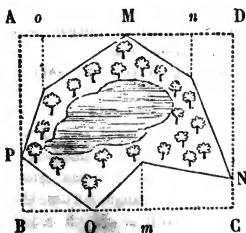
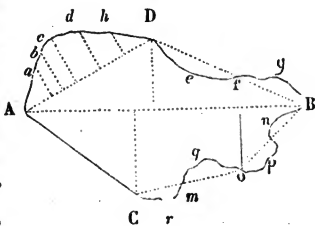



Fig. 262.

1371. Se il perimetro è molto irregolare, cosicchè non sia formato nè da rette, nè da curve regolari (il cui calcolo si offre nella sezione seguente), si può condurre una direttrice A B (fig. 263), ma conviene innalzare tal numero di perpendicolari che i triangoli e trapezii in cui si decompone, per esempio, lo spazio A *c* D si possano riguardare come terminati da linee rette, cioè sieno prossimamente tali A *a*, *a b*, *b c* ecc. Si può ancora comporre un perimetro approssimativo composto di linee rette, le quali, come accenna B D, B O, O C, taglino il confine reale in punti *f*, *n*, *o*; a modo che la parte esterna alla nuova linea, come *f y* B, sia prossimamente eguale all'interna che la stessa linea viene ad aggiungere, qual è D *e f*; perciò l'area D *e f* dee compensare la *f y* B, e così aversi B *n p* = *n p* O, ed O *q m* = *m r* C, onde le parti aggiunte adeguino le sottratte.

Fig. 263.

Importa notar bene la differenza dei poligoni regolari dagl' irrego-

lari. Riguardando all'esagono A B C D E F (fig. 264) la sua area (§ 1366) sarà eguale alla somma de'suoi lati che in questo caso è 6 volte il raggio r del circolo, moltiplicata per la metà dell' altezza della verticale O m. Dunque questa superficie l' avremo calcolando la metà di questi valori $6\,r \times O\,m$, cioè $3\,r \times O\,m$. Ora il poligono irregolare ABCOEF ci dà lo stesso perimetro, perchè O E = D C, e nondimeno la sua area è solo quattro volte il raggio r moltiplicato sempre per la metà di O m, ossia $2\,r \times O\,m$. Dunque con eguale perimetro la differenza di un solo angolo in un poligono di 6 angoli ha dato la diminuzione d' un terzo di superficie.

Fig. 264.

1372. Vogliasi levare la pianta della fiumara A B C D E (fig. 265) intersecante un terreno nel quale inoltre occorre conoscere la posizione dei punti F, G, H, I, K, minacciando essa colla sua risvolta C la casa G, e colla risvolta A B la strada H I K. Misurata la lunghezza delle rette condotte da que' punti ai luoghi sinuosi della fiumara, e l' ampiezza degli angoli fatti dalle rette tra loro, si traccia sulla carta una $a\,f$ (fig. 264) a rappresentare la A F del terreno : poi faremo gli angoli $f\,a\,h$ ed $a\,f\,b$ eguali agli angoli F A H ed A F B, e daremo all' $a\,h$ ed $f\,b$ le lunghezze che stieno

Fig. 265.

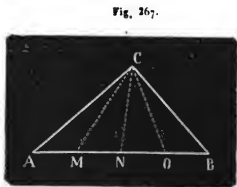
all' A H ed F B come quella prima *a f* sta all' A F. Saranno così determinati i punti *b* ed *h*, e la retta *b h*, quando si trovi tale che *b h* : B H : : *a f* : A F, ci assicurerà della esatta costruzione degli angoli. Così proseguendo e facendo passare una linea per i nuovi punti *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, avremo quella della corrente A B D E, semprechè si riguardi all' avvertenza pel § 1326 raccomandata, e si conoscano anche le misure delle larghezze A P, B R, C S ed M E, del qual Problema sono già date in addietro parecchie agevoli soluzioni. E questo cenno basti per ora a dimostrare che l'arte di *levare i piani* riducesi al problema di costruire sulla carta poligoni simili a quelli tracciati sul terreno, siccome pel III Libro verrà meglio manifesto.

[15] Riduzione e divisione dei poligoni.

1373. **Problema** LXII. *Costruire sulla stessa base un triangolo equivalente ad altro triangolo dato.*

Spiegazione. Per esempio, un possessore del terreno A B E M N (fig. 266) possegga pure un terreno della forma del triangolo B C D, e convengagli permutarlo in tal parte A B C, onde il suo confine si riduca alla linea A C, e l' appezzamento B C D meglio si riunisca al maggiore A B E.

Fig. 266.

Soluzione. Quando l' A B sia perpendicolare alla B C, gli basterà prendere una lunghezza B A eguale alla altezza D E del triangolo B C D, ed unendo il punto A col punto C, il triangolo B A C avrà l' area eguale a B C D. Quando l'A B non fosse perpendicolare alla B C, basterà condurre pel punto D una parallela a quella base B E, e dove essa incontrerà l'A B sarà il punto da congiugnere coll'altro C del triangolo.

1374. **Problema** LXIII. *Dividere un triangolo in parti eguali.*

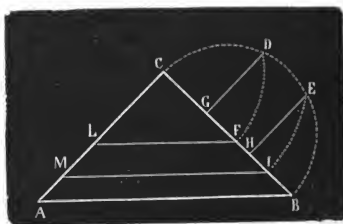
Dividesi la sua base nel numero dato di parti, e congiunti i punti di divisione col vertice, si ha il triangolo diviso in tante parti eguali. Così per dividere A B C (fig. 267) in quattro parti, segnate le divisioni M, N ed O, e condotte la C M, la C N e la C O, i triangoli hanno eguali basi, perchè A M = M N = N O = O B; ed eguale altezza, perchè comune il vertice C: quindi sono equivalenti, cioè di area eguale tra loro.

Fig. 267.

1375. **Problema** LXIV. *Dividere un triangolo mediante parallele alla base.*

Sovra uno de' lati, per esempio, C B nel triangolo A C B (fig. 268) descrivesi la semicirconferenza C D E B. Se vuolsi dividere quel triangolo in tre parti, dividesi quel lato C B in tre parti uguali mediante i due punti G ed H. Da questi elevansi le perpendicolari G D ed H E: poi da C, come centro, con

raggi eguali alle corde degli archi C D e C E, descrivonsi gli archi D F ed E I; e dai punti F ed I si conducono le F L ed I M parallele alla A B. Desse tagliano il triangolo in 3 parti eguali in superficie.

Fig. 268.

1376. **Problema** LXV. *Costruire un quadrato equivalente ad un parallelogrammo rettangolo.*

Conviene cercare la media proporzionale tra la base e l'altezza del rettangolo. Perciò, se questo sia A B D F (fig. 269), si prolunghi A B sino in C tanto che sia $CA = AF$, e sopra la C B considerata come diametro, descrivasi la semicirconferenza AEPB. Protraggasi l'A F sino a toccare la circonferenza in E, e l'A E sarà il lato del quadrato eguale in area al dato parallelogrammo. Infatti l' A E essendo media proporzionale, darà $AB : AE :: AE : AC$; onde $AE^2 = AB \times AC$; ma $AC = FA$: quindi $AE^2 = AB \times AF$, cioè il quadrato dell' A E, ossia A E P Q, è eguale al dato rettangolo.

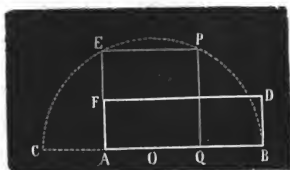
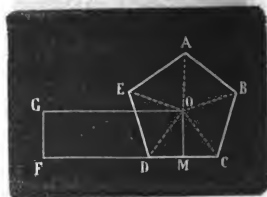



Fig. 269.

1377 **Problema** LXVI. *Costruire un rettangolo equivalente a un dato poligono regolare, per esempio, al pentagono* A B C D E.

Avremo cinque triangoli eguali la cui area è la metà di $(AB + BC + CD + DE + EA)\,OM$. Prolunghisi adunque il lato D C (figura 270) sino a tal punto F, che C F equivalga alla metà della somma dei lati del pentagono o d'altro poligono che sia dato; poi dal punto O conducasi la O G parallela all' F M: si avrà nell' O M F G il ricercato rettangolo eguale al dato poligono.

Fig. 270.

In generale, per avere una superficie quadrata, eguale ad altra data di qualunque poligono, si prende la radice quadrata (Cap. IV e V) dell'area data, e questa radice è il lato del richiesto quadrato.

1378. **Problema** LXVII. *Costruire un quadrato simile, e in data proporzione d'area, ad un altro.*

Dichiarazione. Se per fare un poligono simile ad un altro e, per esempio, doppio in area, si prendessero i lati doppi in lunghezza di quelli del poligono dato, si formerebbe altro poligono non doppio, ma quadruplo del primo. Imperocchè i lati omologhi stando come 1 : 2, le aree starebbero come 1 : 4.

Costruzione. Se adunque vogliasi duplicare o quadruplicare ecc. il quadrato, per esempio, A B C D (fig. 271), si prolunghino i lati A D, A B e la diagonale A C: fatto centro in A con raggio A C descrivasi l'arco C E, e si avrà in A E il lato del quadrato doppio d'A B C D. Prolungando ancora la diagonale da C ad F, descritto con A F l'arco F H, si ottiene in A H il lato del quadrato doppio di AGFE, e quindi quadruplo di A B C D; e così via dicendo.

Fig. 271.

G M B P Y A X R D L E H F N C O S

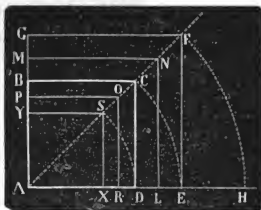
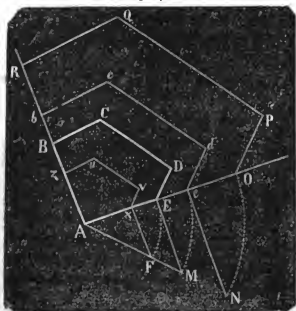
1379. *Inversamente*, il quadrato che sia metà dell'A B C D si otterrà descrivendo con raggio AD l'arco DS: condotte le S Y ed S X perpendicolari all'A B ed A D, si avrà nel quadrato A Y S X il quadrato eguale alla metà del quadrato A B C D ecc. È facile comprendere dalla figura che il quadrato A P O R è raddoppiato dall'A L M N; che il quadrato costrutto sull'A H sarebbe otto volte quello di A Y S X ecc.

1380. **Problema** LXVIII. *Costruire un poligono simile, ma in data proporzione d'area, ad un altro.*

Costruzione. Si prolungano due lati adiacenti, per esempio, pel poligono A B C D E (fig. 272), i lati A B ed A E. Dal punto E si abbassa la perpendicolare E M=AE, e fatto centro in A con raggio A M descrivesi l'arco M *e;* dal punto *e* conducesi l'*e d* parallela all'E D, e quindi *d c* parallela a D C, e *c b* parallela a C B; e si avrà il poligono A *b c d e* simile e doppio in area dell' A B C D E. Agevolmente si comprende che l'*e d*, la *d c* e la *c b* deono essere, oltrecchè parallele, tutte equidistanti dall' E D, D C e C B.

Fig. 272.

Q R c b C P B d D Z u v O E x e A F M N

Per avere il poligono quadruplo, calata l'*v* N perpendicolare ed

eguale all' A e, fatto centro in A, con raggio A N descrivesi l'arco N O; dal punto O si conduce l' O P parallela alla $d\,e$ ecc., e si ottiene il poligono A O P Q R doppio dell'A $b\,c\,d\,e$, e quindi quadruplo di A B C D E.

1381. *Inversamente*, pel poligono che sia metà del dato A B C D E, calata la E M perpendicolare ed eguale all'A E, dal centro A con raggio A E descrivesi l'arco E F, che sarà tagliato in F da una A M condotta da A ad M. Dal punto F si eleva l'F x perpendicolare alla A E. Dal punto x conducesi l'$x\,v$ parallela alla E D, poi la $v\,u$ parallela alla C D, e l' $u\,z$ parallela alla C B, e si ha il poligono A $x\,v\,y\,z$ simile ed eguale alla metà in superficie del poligono A B C D E, semprecchè le $x\,v$, $v\,u$ ed $u\,z$ sieno condotte non solo parallele ma equidistanti alle E D, D C e C B.

Tutti questi problemi sono di molta importanza per l'agronomo nelle occorrenze di *permute*, *rettificazioni di confini*, *divisioni* di terreni d'*accessione* o d'*alluvione*, come si vedrà nei rispettivi luoghi, cui rimetto per brevità le applicazioni pratiche relative.

Art. II. Superficie curvilinee.

1382. Infinite sono le specie di figure curvilinee, perchè i loro centri possono essere più o meno numerosi, e variare d'innumerevoli modi la loro curvatura. Per comprendere razionalmente le proprietà generali delle superficie curvilinee (1) è d'uopo investigare la natura delle curve di questo modo.

1383. **Ascissa, ordinata e coordinate.** Per determinare la posizione di un punto sopra di un piano, per esempio sopra questo foglio di carta, è necessario conoscere le sue distanze da due degli orli tra loro perpendicolari del foglio medesimo, o più generalmente da due linee situate in quel piano, e perpendicolari l'una all' altra. S' io voglio conoscere la posizione del punto B (fig. 273), debbo misurarne la distanza dall' A X e e dalla A Y. Queste distanze saranno le rette perpendicolari a quell' A X ed A Y; saranno dunque B x e B y. Ora la B y eguale alla A x, dicesi l'*ascissa* del punto B: e la B x = A y, distanza pure di B dall'A X, dicesi l' *ordinata* del medesimo punto B. Quando poi le *ascisse* e le *ordinate* vogliońsi indicare collettivamente, chiamansi allora *coordinate*.

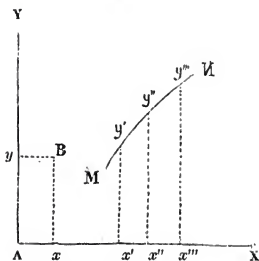



Fig. 273.

(1) Per comprendere poi l'importanza pel vero agronomo di rendersi famigliari questi studii, mi valgano le seguenti parole del RIDOLFI Luigi, egregio e degno figliuolo del celebre cav. COSIMO: « *Non temerò di asserire che dovranno le nostre teorie, basate sulle verità indubitabili della* Geometria *e della* Meccanica, *tenersi almeno in quel medesimo conto in che si tengono generalmente le altre teorie* Agrologiche, *le quali nelle scienze naturali hanno i lor fondamenti; nè dubiterò di aggiugnere che dovrà a tutte accordarsi lo stesso valore pratico* ecc. » V. CONSIDERAZIONI SULLA TEORIA DEGLI STRUMENTI ARATORII, di Luigi RIDOLFI, Giornale Agrario Toscano, Tomo XIX, pag. 373.

Quelle due rette A X ed A Y chiamansi, la prima *asse delle ascisse*, la seconda *asse delle ordinate*. Quando questi assi non fossero l'uno all'altro perpendicolari, allora le coordinate non lo sarebbero fra loro, ma parallele agli assi medesimi: cioè l'*ascissa* parallela all'*asse* delle *ascisse*, e l'*ordinata* parallela all'*asse delle ordinate*. Inoltre le ascisse, cioè le distanze B y non si prendono dal punto B, ma si contano sul loro asse, cioè in luogo di B y si prende la sua parallela A x. Così si conta per ordinata in luogo dell' A y la sua parallela x B.

1384. Una **Curva** è una serie di punti (§ 1000) che non sono nella stessa direzione. Una retta può avere i suoi punti pei quali una delle *coordinate* non varia mai, quando cioè sia parallela all'asse delle *ascisse* o a quello delle *ordinate*: così una retta B y ha i suoi punti pei quali sussiste sempre la stessa distanza B x dalla retta A X; dunque non variano le sue ordinate: invece per una retta B x sono le ascisse A x che non variano. Ma una curva M N ha i suoi punti, i quali cambiano di posizione a modo che a ciascuno di essi compete una differente ascissa, e in pari tempo una diversa ordinata. Essa potrà certo nella sua curvatura ritornare coi proprii punti in posizioni le quali abbiano una delle coordinate eguale a quella d'un altro suo punto; questo però non accadrà mai di due punti successivi, altrimenti essi comprenderebbero tra loro una linea retta. Perciò nella curva M N il punto y' avrà per ascissa . . A x' e per ordinata x' y'
altro punto y'' . . . . A x'' . . . . x'' y''
un terzo punto y''' . . . . A x''' . . . . x''' y'''

Se adunque s' immagini che una retta di grandezza variabile scorra con una delle sue estremità sopra un'altra retta fissa, mantenendosi sempre nello stesso piano e facendo con essa un angolo invariabile, l' altra estremità genererà col suo movimento una curva, la cui natura dipenderà dalla legge secondo la quale varia la lunghezza di quella retta immaginata, e ch'è perciò detta l'ordinata della curva. Così nella precedente figura una retta x' y' che muovasi passando da x' ad x'', e da x'' ad x''' ecc., ma cambiando la sua lunghezza da x' y' ad x'' y'', e da x'' y'' ad x''' y''' ecc., genererà quella curva M N formata dai diversi punti y', y'', y''' ecc. Quel punto A, da cui comincia a prendersi la misura delle ascisse, dicesi origine delle coordinate.

Ora queste considerazioni rendono agevolissimo lo studio delle curve, ed in ispecie delle superficie comprese dalle medesime. Per convincersene basta rimemorare l'ingegno del *retato*, di cui si è detto al § 1332.

Sono poi di singolare sussidio per l'agronomo nell'esplicazione delle curve quali si adoperano per significare lo stato successivo meteorologico di un'epoca tra termini noti, quello delle temperature; o delle mutazioni idrauliche d'una corrente, ed altre nozioni importantissime per chi voglia conoscere la scienza agrologica nelle sue più complete e vantaggiose disquisizioni.

1385. **Curve regolari.** Le curve possono essere, come si disse, d'infinite specie: perchè sieno regolari è necessario che la loro curvatura sia determinata da condizioni cui sia soggetto qualunque loro punto. Per esempio, il *circolo* soddisfa alla condizione di avere ogni punto della sua periferia a data distanza dal punto che chiamasi centro: perciò da ogni suo punto condu-

cendo una retta al centro, tutte queste rette sono d'eguale misura. Se invece ogni punto della curva debba avere certe distanze, o piuttosto un determinato rapporto tra le sue distanze da due punti, ovvero da un punto detto *foco*, e da una linea chiamata perciò *direttrice*, si avranno altre curve regolari di cui ci offriranno esempio in ispecie l'*ellisse*, la *parabola* e l'*iperbole*. Altre invece oltre il rapporto dato di distanza da un punto, soddisfano alla condizione che questo punto contemporaneamente alla generazione della curva si muova in una data direzione, e tale ci si offre la *cicloide*, mentre la *catenaria* è dipendente da altre più speciali condizioni che si riveleranno studiando la sua natura. Intanto però giova conoscere le tre seguenti che potrebbero dirsi di *posizione*.

1386. Si suol definire tanto l'*Ellisse* che la *Parabola* e l'*Iperbola* come *una figura piana dipendente dalle sezioni coniche*. Questo sarà manifesto parlando del cono: ma senza riferirsi al medesimo si distinguono queste curve secondochè i loro punti sono distanti dal *foco* e dalla *direttrice* (§ 1385) in un rapporto costante, determinato come segue.

Suppongasi dato un punto o *foco* F (fig. 274) ed una *direttrice* C'' C. Possono accadere tre casi:

Fig. 274.

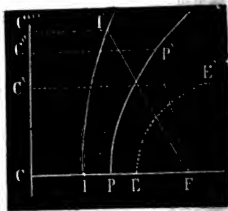
Ellisse. 1° Il punto E può mantenersi ad una distanza minore dal *foco* che dalla *direttrice*, ma con lo stesso rapporto ch'è tra l'E F e l'E C, e quindi esistere una linea nella quale ogni suo punto E' soddisfi alla condizione di E' F : E' C' :: E F : E C: questa linea è una curva, e chiamasi ELLISSE.

Parabola. 2° Il punto P può mantenersi sempre ad eguale distanza dalla *direttrice* e dal *foco*, cioè sia

$$P F = P C, \text{ e } P' F = P' C'' \text{ ecc.},$$

e questi punti contigui uno all'altro comporranno la curva detta PARABOLA.

Iperbola. 3° Il punto I può mantenersi a distanza maggiore dal *foco* che dalla *direttrice*, ma collo stesso rapporto ch'è tra l'I F e l'I C, a modo si abbia una linea, in cui ogni punto I' qualunque soddisfi alla condizione di I' F : I' C''' :: I F : I C: e questa curva è l'IPERBOLA.

1387. **Figure curvilinee principali.** Oltre il *circolo*, del quale già si dissero le proprietà più importanti, tra le superficie curvilinee a più centri sono notevoli per l'agricoltura e per le arti l'*Ellisse ordinaria*, l'*Ellisse del giardiniere*, il *manico di canestro*, l'*ovale*, la *spirale*, la *cicloide*, la *parabola*, l'*iperbole* e la *catenaria*. Ma del *circolo* è pur d'uopo alcun altro cenno, ed opportunissimo inoltre conoscere alcune proprietà della *parabola*, dell'*iperbole* e della *catenaria*, perchè di sommo interesse nello studio dell'idrologia e meccanica agraria. Troppo dovrei dilungarmi se, quanto interessa di conoscere intorno alle curve, avessi ad esporre; onde mi limiterò alle nozioni più essenziali (1), valendomi del paragone stesso di COLUMELLA, il quale

(1) *Quae vastitas eius scientiae* (rei rusticae) *contineret, non cuncta me dicturum sed plurima*. COLUMELLAE De Re Rustica Lib. quintus, 1.

affermò doversi lodare il cacciatore che colpisce molti animali nella selva (1), non rimbrottare se tutti non potè colpirli.

[1] Circolo.

1388. Si è considerato sin qui il circolo nell' Art. II della Sezione II del presente Capitolo, rispetto agli archi, alle corde, alla circonferenza e nell'Art. I della Sezione III per le sue relazioni coi poligoni.

Ora deono investigarsi le altre sue proprietà relative alla sua superficie.

1389. **Linee trigonometriche.** Stabilita la dipendenza vicendevole tra gli angoli e gli archi (§ 1081), occorre conoscere le relazioni dipendenti tra gli archi o gli angoli e le linee dipendenti da quelle da cui sono compresi, quando però gli angoli si suppongono al centro di una circonferenza di noto diametro. Descrivasi il circolo A A' B B' (fig. 275) coi diametri A A' e B B', cogli altri diametri N M e N' M' finchè incontrino le tangenti S S' e T T'. Si conducano inoltre la M M', la M N, la M' N' e la N N'. Avremo le linee designate dalle seguenti espressioni:

Fig. 275.

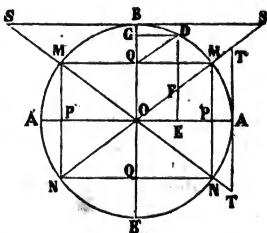
Seno è la linea perpendicolare condotta dall'estremità d'un arco sul raggio tirato all'altra estremità. Dunque nella figura precedente M P sarà il *seno* dell' arco M A, e dell' angolo M O A.

Coseno è il seno del complemento di un arco o di un angolo. Ora il complemento dell'arco M A o dell'angolo M O A sarà l'arco M B, o l'angolo M O B, il cui *seno* sarà la perpendicolare M Q condotta sul raggio O R. Dunque la M Q è il coseno dell' arco M A o dell'angolo M O A. Per converso la M P, seno dell'M A, è coseno dell'arco M B.

Cotangente è la tangente del *complemento* d'un arco o d'un angolo. Ma la tangente dell'arco A M è quella determinata tra il punto di contatto all' estremità del raggio O A e il punto in cui è intersecata dalla secante O M T. Quindi la tangente del complemento B M sarà la B S, e questa è la *cotangente* dell'arco M A.

Cosecante è la *secante* del complemento d' un arco o d' un angolo. Ma la *secante* (§ 1073), in questo caso del circolo, è la retta condotta dal suo centro, se prolungata finchè s'incontri in una tangente allo stesso circolo.

In sostanza non si fa che, invece d'impiegare archi per la misura degli angoli, sostituirvi rette calcolate in parti del raggio, il quale è preso per unità costante, e con cui tali rette hanno determinati rapporti.

---

(1) *Quapropter ut in magna silva boni venatoris est indagantem feras quamplurimas capere: nec cuiquam culpae fuit non omnes cepisse.* COLUMELLA, loc. cit., ibid.

Però le cognizioni di trigonometria non sono a mia stima essenziali per l'agronomo. Se alle medesime si riferiscono le indicate linee esprimenti il *seno*, *coseno* ecc., io solo tenni debito di farne cenno perchè qualche riputatissimo scrittore georgico si servì di formole di questo genere in argomenti di sommo interesse per gli agricoltori, e delle quali dovrò in appresso tenere debito calcolo. Il lettore troverà, per esempio, nel corso d'agricoltura del GASPARIN parecchie formole come questa $AD = \frac{sen.\,C \times EC}{sen.\,A}$ (1), di cui si serve nelle investigazioni sul lavoro dell'aratro: non sarà dunque superfluo il comprenderle, in ispecie dovendo poi farne a suo luogo la competente estimazione.

1390. **Espressioni analitiche.** Un arco A M (fig. 275), genericamente indicato con x, ha le sue sei linee trigonometriche fondamentali designate colle seguenti abbreviate espressioni:

$$MP = sen.\,x\,,\qquad AT = tang.\,x\,,\qquad OT = sec.\,x.$$
$$MQ = cos.\,x\,,\qquad BS = cot.\,x\,,\qquad OS = cosec.\,x.$$

Sarebbe inoltre A P il *seno verso*, e B Q il *coseno verso:* fortunatamente quest'altre due linee sono poco usitate (2).

1391. **Relazione colle coordinate.** Esaminando la figura precedente, essendo M P il *seno* dell'arco M A, quanto maggiore diverrà quest'arco,

---

(1) Cours d'Agriculture par DE GASPARIN. T. III, pag. 158, ediz. citata.

(2) In generale il raggio di una circonferenza s'indica con r, e se intendasi espresso per K un numero intero qualunque, si avrà

$$Sen.\ 2K\ 90^\circ = 0 \qquad Cos.\ (2K + 1)\ 90^\circ = 0$$
$$Sen.\ (4K + 1)\ 90^\circ = r \qquad Cos.\ 4K\ 90^\circ = r$$
$$Sen.\ (4K + 1)\ 90^\circ = -r \qquad Cos.\ (4K + 2)\ 90^\circ = -r$$

Dove è da avvertire che si considerano come positivi i valori di tutte le linee trigonometriche degli angoli minori di 90°, e negativi quelli per le linee riferibili agli angoli maggiori di 90°. Così nella fig. 275 per l'angolo A O M' il *coseno* O P' essendo contato in una direzione diametralmente opposta al coseno O P, è naturale (§ 523) designarlo con opposito segno; e considerasi perciò il suo valore come una quantità *negativa*. Altra avvertenza, che dirò singolare, perchè ommessa ne' trattati di trigonometria, si è che il valore di K può essere anche *zero*, semprecchè nell'espressione, per esempio, *sen.* $2K$ 90° esso non annulli il valore del 2, e la riduca a $2 \times 90°$, mentre nell'espressione *sen.* (4K + 1) 90° può realmente annullare il valore di 4, e ridurla alla espressione *sen.* 90°, come quella di *cos.* (4 K + 2) 90° alla forma *cos.* $2 \times 90°$.

Volendo applicare i detti valori ad un angolo x minore del retto, si hanno quest'altri valori.

$$Seno\ (360°.\ K + x) = sen.\ x$$
$$Coseno\ (360°\ K + x) = cos.\ x$$

Per le altre linee trigonometriche se ne deducono i valori dalle seguenti cinque formole:

$$Sen.^2 a + cos.^2 a = r^2$$

$$Tang.^2 a = \frac{r\ sen.\ a}{cos.\ a} \qquad Cot.\ a = \frac{r\ cos.\ a}{sen.\ a}$$

$$Sec.\ a = \frac{r}{cos.\ a} \qquad Cos.\ a = \frac{r^2}{sen.\ a}$$

Da questi dati si potranno dedurre a suo luogo le considerazioni sufficienti per apprezzare le espressioni di questa natura adoperate dal GASPARIN ed altri nella esplicazione di alcuni problemi, in ispecie di meccanica, di positivo interesse per l'agricoltore, ovvero d'agrimensura, ove può ricorrere alcun cenno intorno alla risoluzione de' triangoli rettilinei e sferici. Lo che m'ingegnerò di fare con quella sobrietà che non escluda al lettore di penetrare i più elevati concetti della scienza agrologica.

tanto più crescerà il suo *seno*, e diminuirà il *coseno* M Q. Ora il punto M ha per noi nella curva A M B per *ascissa* l'O P e per *ordinata* la P M. Se quest'arco diventi l'intero *quadrante* A B, l'*ascissa* diverrà zero, e l'ordinata si confonderà col raggio O B. Quindi *sen.* A B $= r$, se per r esprimasi il raggio della circonferenza cui quell'arco appartiene, ossia generalmente *sen.* $90^\circ = r$. Per converso l'*ascissa* è sparita, ossia quel *coseno* Q M, quando A M diviene A B, sarà divenuto eguale a zero: onde *cos.* $90^\circ = 0$.

1392. Se si consideri tutto il semicircolo (1) A B A', allora il *seno* il quale, per esempio, per un arco A M B M' sarebbe M' P', diverrà per l'intiero semicircolo *seno* $180^\circ = 0$, ed il *coseno* sarà O A'. Siccome però O A' è in direzione opposta ad OA, perciò al valore di O A', per distinguerlo da quello di O A, si applica il segno negativo (conforme a quanto si disse nel Cap. V, § 523). Quindi *coseno* $180^\circ = -r$. Ritengansi adunque le seguenti espressioni, le quali basteranno per le applicazioni ulteriori occorrevoli nei presenti studii agrologici:

B O ossia *sen.* $90^\circ = r$; *cos.* $90^\circ = 0$;
sen. $180^\circ = 0$; O A' ossia *cos.* $180^\circ = -r$;
O B' ossia *sen.* $270^\circ = -r$; *cos.* $270^\circ = 0$;
sen. $360^\circ = 0$; O A ossia *cos.* $360^\circ = r$.

Dalle quali formole ricaveremo le seguenti:

$$sen.\ 90^\circ = cos.\ 360^\circ = r; \quad sen.\ 270^\circ = cos.\ 180^\circ = -r;$$
$$sen.\ 180^\circ = sen.\ 360^\circ = cos.\ 90^\circ = cos.\ 270^\circ = 0.$$

1393. È poi facile riconoscere che se il punto M fosse il mezzo dell'arco A B, la sua *ordinata* è eguale all'*ascissa*, cioè il *seno* d'A M è eguale al *coseno*. Ma in tale ipotesi l'arco A M sarà di 45 gradi, cioè corrispondente all'angolo semiretto. Avremo dunque

$$sen.\ 45^\circ = cos.\ 45^\circ.$$

Supponendo ulteriormente diviso per metà in D l'arco M B, avremo il seno dell'arco A D eguale a quello di A M + M D: laonde D E $=$ M P + F D, mentre il coseno sarà G D $=$ M Q $-$ M F. Quindi il

$$sen.\ (45^\circ + 22^\circ\ 1|2) = cos.\ 22^\circ\ 1|2,$$

e così

$$sen.\ 22^\circ\ 1|2 = (cos.\ 45^\circ + 22^\circ\ 1|2).$$

1394. **Periferia.** Una circonferenza è sempre maggiore del poligono *inscritto* e minore del *circoscritto* (§ 1276). Oltracciò, raddoppiando il numero di lati del poligono *inscritto*, il perimetro di esso aumenta, mentre quello del *circoscritto* diminuisce. Aumentando adunque il numero dei lati, questi due perimetri s'accostano sempre più tra di loro, ed a maggior ragione alla circonferenza compresa tra di essi. Quindi la comparazione della circonferenza al perimetro di un poligono regolare d'un numero infinito di lati infinitamente piccoli.

---

(1) Il semicircolo potrebbe chiamarsi anche emiciclo, ma questo nome è più riservato a quella parte de' teatri, stadii ed ippodromi contenenti i gradi o scaglioni concentrici destinati agli spettatori ecc.

1395. **Teorema** CVI. *Le circonferenze dei circoli stanno tra loro come i raggi o come i diametri.*

Corollario. Per tracciare una circonferenza doppia o tripla ecc. d'altra data, basta impiegare un raggio doppio, triplo ecc. (§ 1264).

1396. **Problema** LXIX. *Descrivere una semicirconferenza eguale a due date.*

Fig. 276.

Costruzione. Si collochino i due diametri delle date semicirconferenze A N C e C P B (fig. 276) in una sola linea A B. Descritta la circonferenza A M B sull'A B considerata per diametro, si avrà

$$AMB = ANC + CPB.$$

Dimostrazione. Per corollario del Teorema precedente avremo

$$ANC : CPB :: AC : CB$$

onde $ANC + CPB : ANC :: AC + CB : AC :: AB : AC.$

Quindi essendo pure $AMB : ANC :: AB : AC,$

perciocchè il termine A N C + C P B, ed il termine A M B hanno col termine A N C lo stesso rapporto di A B : A C, ne conseguita l' eguaglianza A N C + C P B = A M A, **C. D. D.**

1397. Il **rapporto** esistente *tra una circonferenza ed il suo diametro* è sempre lo stesso, cioè a dire *è una quantità costante.* Se C e c sono due circonferenze qualunque, D e d i loro diametri, pel Teorema CVI abbiamo

abbiamo $C : c :: D : d,$

ossia (§ 264) $C : D :: c : d,$

vale a dire $cD = Cd;$ onde $\frac{C}{D} = \frac{c}{d}.$

Questo rapporto si suole perciò indicare colla lettera π mentre il diametro s'indica per $2r$, esprimendo r il raggio. Avendo già notato (§ 1148) che il valore di questo rapporto π è secondo ARCHIMEDE :: 22 : 7, ovvero secondo METIUS 3,1415929,

avremo $C : d :: 3,1415929 : 1,$

ossia $C : 2r :: \pi : 1;$

onde $C = 2\pi r.$

1398. **Problema** LXX. *Data la lunghezza del raggio, determinare la lunghezza della sua circonferenza, e viceversa.*

Soluzione. In forza di quanto è detto sopra (§ 1397), non si ha che a porre nell'equazione $C = 2\pi r$, in luogo di π, il valor costante 3,1415..., e in luogo di r, la lunghezza data del raggio. Per converso se sia data la lunghezza della circonferenza per conoscere quella del suo raggio, dall'equazione $C = 2\pi r$ si ricava $r = \frac{C}{2\pi r}$, e ponendo i valori di C e di π, si ottiene la lunghezza ricercata.

1399. **Rapporto di Metius.** Per comprendere come siasi potuto trovare il rapporto della circonferenza col raggio del circolo, si rammenti che un circolo è minore del poligono regolare cui è inscritto, e maggiore se vi è circoscritto. Ora cominciando dal poligono di 4 lati si trova assai sen-

sibile la differenza tra il raggio del circolo inscritto e quello del circoscritto: quanto più cresce il numero de' lati del poligono, tanto più decresce la differenza tra cotali raggi. Suppongasi una serie di poligoni che abbiano sempre lo stesso perimetro, ma un numero di lati sempre doppio del precedente, misurando i raggi de' circoli inscritti e circoscritti ai medesimi, si trovano le differenze risultanti dal seguente prospetto.

NUMERO DE' LATI DEL POLIGONO	RAGGIO DEL CIRCOLO INSCRITTO	RAGGIO DEL CIRCOLO CIRCOSCRITTO	DIFFERENZE TRA I DUE RAGGI
4	1, 000000	1, 414213	0, 414213
8	1, 207107	1, 306563	0, 099456
16	1, 256835	1, 281457	0, 024622
32	1, 269146	1, 275287	0, 006041
64	1, 272217	1, 273751	0, 001534
128	1, 272983	1, 273367	0, 000374
256	1, 273175	1, 273271	0, 000096
512	1, 273223	1, 273247	0, 000024
1028	1, 273235	1, 273241	0, 000006
2048	1, 273238	1, 273239	0, 000001
4096	1, 273239	1, 273239	0, 000000

1400. Da ciò si può conchiudere che il poligono di 4096 lati, il cui perimetro sia eguale ad 8, è molto prossimamente eguale al circolo il cui raggio è 1, 273239, perchè fra l'inscritto e il circoscritto la differenza è minima, e quel poligono è appunto compreso tra que' due circoli (1). Dunque in questo caso avremo il rapporto del raggio alla circonferenza :: 1, 273239 : 8. Ora il diametro essendo doppio del raggio, avremo il rapporto della semicirconferenza al raggio

$$\div 1,273239 : \frac{8}{2} :: 1 : x = \frac{4}{1,\ 273239} = 3,\ 14159$$

cioè il rapporto del Metius già indicato.

1401. **Area del circolo.** Questa nozione è di molta importanza, in ispecie perchè gran parte delle misure dei prodotti sono cilindriche, vale a dire la loro esattezza è dipendente dall'esatto calcolo della superficie circolare su cui sono basate.

1402. **Teorema** CVII. *L'area del* Circolo *ha per misura la metà del prodotto della sua circonferenza pel suo raggio.*

(1) Perchè il raggio del circolo iscritto sia eguale ad 1, è necessario che il perimetro del poligono regolare che è iscritto sia eguale ad 8. Ora dal prospetto sopra riportato, essendo tutti que' poligoni sempre di egual perimetro, se ne traggono due conseguenze:

1° Quando si arriva al numero di 4096 lati, la differenza tra i raggi delle due circonferenze diviene minore di una metà del sesto ordine decimale, dunque minore di una millionesima parte del raggio.

2° Siccome qualunque circonferenza è minore che otto volte il suo raggio, la differenza tra le due circonferenze sarà sempre minore di otto millionesimi, cioè di otto unità del sesto ordine decimale; dunque minore di una centomillesima parte, cioè d'una unità del quinto ordine decimale.

L'area d'un poligono regolare si dimostrò eguale alla metà del prodotto del suo perimetro pel suo apotema. Ora 1° Il circolo non è che un poligono regolare di numero infinito di lati infinitamente piccoli; 2° In un poligono regolare la metà del lato è sempre maggiore della differenza tra il raggio e l'apotema; 3° Se il lato, e a maggior ragione la sua metà sia infinitamente piccola, la differenza tra il raggio e l' apotema sarà minima. Dunque il raggio nel circolo si confonde coll'apotema del poligono d'infinito numero d'infinitesimi lati, e perciò la sua area si può ritenere eguale alla metà del prodotto che si ottiene moltiplicando la sua circonferenza pel suo raggio.

Corollario. Chiamando r il raggio, π il rapporto del diametro alla circonferenza, e $2\pi r$ la circonferenza (§ 1391), l'area ne sarà espressa per

$$\frac{2\pi r \times r}{2} = \pi r \times r = \pi r^2,$$

cioè *l'area del circolo ha per misura il rapporto della circonferenza col raggio moltiplicato pel quadrato del raggio medesimo.*

1403. **Teorema** CVIII. *L'aree de'* CIRCOLI *stanno tra loro come i quadrati de' loro raggi.*

Spiegazione e Dimostrazione. Se si chiamino A ed a le aree di due circoli, R ed r i loro raggi, noi avremo pel teorema precedente

$$A = \pi \times R^2, \text{ ed } \quad a = \pi \times r^2;$$

d' onde la proporzione $\quad A : a :: \pi \times R^2 : \pi \times r^2,$

e sopprimendo il fattore π comune ai termini del secondo rapporto, avremo

$$A : a :: R^2 : r^2.$$

Corollario I. Lo stesso vale rapporto ai diametri. Infatti, chiamati D e d i diametri, essi stanno tra loro come i raggi. Dunque

da $\quad D : d :: R : r$ si ha $D^2 : d^2 :: R^2 : r^2$,

quindi $\quad A : a :: R^2 : r^2 :: D^2 : d^2$.

Corollario II. Lo stesso vale rapporto alle semicirconferenze, essendo la metà delle circonferenze. Quindi la dimostrazione del Teorema delle Lunule (§ 1259).

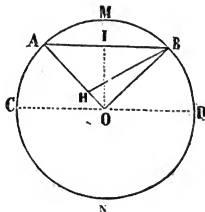
1404. **Teorema** CVIII. L'*area del* SETTORE *ha per misura la metà dell'arco che gli serve di base moltiplicata pel raggio.*

Fig. 277.

Dimostrazione. I settori d' egual raggio, stanno tra loro come gli archi che gli servono di base. Sia dunque a l' arco A M B del settore A M B O (fig. 277), r il suo raggio A O, ed S la superficie ricercata. Considerando il circolo esso pure come un settore la cui base è l'intera circonferenza, chiamando C l'area del circolo, e P la sua circonferenza, ne ricaveremo

$$S : C :: a : P,$$

ossia $\quad S : \pi r^2 :: a : 2\pi r;$

d'onde $\quad S = \frac{\pi r^2 a}{2\pi r} = \frac{r a}{2},$

espressione assai facile, d'onde l'agronomo ricaverà che, volendo conoscere l'area d'un settore qualunque, deve prendere la metà del prodotto della lunghezza dell'arco A M B moltiplicata per quella del raggio A O.

1405. **Teorema** CIX. *L'area d'un* SEGMENTO *qualunque ha per misura l'area del settore di cui fa parte, detrattane l'area del triangolo compreso tra la corda del segmento ed i raggi del settore* (1).

Spiegazione e Dimostrazione. L'area del segm e nto AIB M (fig. 277)è eguale all'intero settore A M B O meno il triangolo A B O.

1406. **Teorema** CX. *L'area dello spazio compreso tra due corde parallele e gli archi ch'esse intercettano, è la differenza tra i due segmenti e il circolo.*

Dimostrazione. L'area A B C D è eguale al circolo A M B D C N, meno il segmento C N D ed il segmento A M B.

Avvertenza. Si può anche calcolare sommando l'area del trapezio ACBD (supponendo condotte le due rette, da A a C, e da B a D) con quella dei due segmenti A C e B D.

1407. **Teorema** CXI. *La* CORONA CIRCOLARE *compresa tra due circonferenze concentriche è eguale alla differenza tra le aree dei due circoli cui appartengono.*

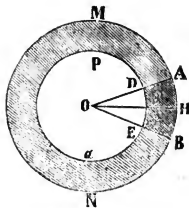
Spiegazione e Dimostrazione. La corona o anello circolare M P a N (fig. 278) è eguale all'intero circolo O M N, detrattone il minore circolo O P a, come la fig. 278 dimostra evidentemente senz' uopo d'altra argomentazione.

Fig. 278.

1408. **Teorema** CXII. *L'area del* TRAPEZIO CIRCOLARE *ha per misura la metà del prodotto della somma dei due archi che gli servono di base per la differenza de' raggi.*

Spiegazione e Dimostrazione. Il trapezio circolare A B D E della stessa precedente figura è eguale al settore O A B, meno il settore O D E. Ma il settore O A B è eguale alla metà dell'arco A B × O A, il settore O D E eguale alla metà dell'arco D E × O D.

Dunque $\quad ABDE = \dfrac{(AB \times OA) - (DE \times OD)}{2}$, ossia. ch'è lo stesso (2).

$$ABDE = \frac{(AB + DE)(OA - OD)}{2}.$$

(1) *L'area del* segmento *ha per misura la metà del prodotto del raggio per la differenza tra l'arco che gli serve di* base, *ed il seno dell'arco medesimo.* Infatti condotta la perpendicolare B H, ch'è il seno dell'angolo A O B, l'area del triangolo A O B è la metà del prodotto A O × B A. Ma l'area del settore è la metà di A O × A M B. Dunque l'area del segmento è espressa da

$$\frac{AO \times AMB}{2} - \frac{AO \times BH}{2} = \frac{AO\,(AMB - BH)}{2}.$$

(2) Abbiamo $\quad AB : OA :: DE : OD;$
dunqne $\quad AB \times OD = OA \times DE;$
quindi l'espressione $\quad (AB + DE)(OA - OD)$
essendo $\quad AB \times OA + DE \times OA - AB \times OD - DE \times OD;$
avendo $\quad DE \times OA - AB \times OD = 0,$
riducesi alla $\quad AB \times OA - DE \times OD.$

1409. **Metodo degli antichi.** Merita di essere ricordata la regola data da COLUMELLA per misurare un campo ritondo, sicchè abbia figura di cerchio. Suppone il suo diametro piedi 70, numero che moltiplica per se stesso, ritraendone 4900 che moltiplica per 11, onde risultano 53900 piedi. Da questo prodotto toglie la decimaquarta parte, cioè piedi 3850, e questo afferma essere il numero de' piedi contenuti in quel cerchio (1). Il calcolo invece di πr^2 darebbe

$$\pi r^2 = 3,14159 \times 35^2 = 3,14159 \times 1225 = 3848,44.$$

1410. Quando poi il campo abbia forma di mezzo cerchio, se il suo diametro sia 140 piedi, trova il COLUMELLA l'area di 7700 piedi quadrati (2). In questo caso sarebbe la metà di πr^2,

$$\text{ossia } \frac{\pi r^2}{2} = \frac{3,14159 \times 70^2}{2} = \frac{15393,79}{2} = \text{p.}^{\text{i}}\ \text{qu}^{\text{i}}\ 7696,89.$$

Si trova perciò nel primo caso dal metodo di COLUMELLA la differenza di meno di due piedi, nel secondo di meno di quattro. Però se prendasi per valore di π il rapporto di ARCHIMEDE, cioè $\pi = 3,14285$ (§ 1148), l'area del campo ritondo di COLUMELLA risulta

$$\pi r^2 = 3,14285 \times 35^2 = 3,14285 \times 1225 = \text{p.}^{\text{i}}\ \text{qu.}^{\text{i}}\ 3849,99,$$

e per l'area del campo semicircolare

$$\frac{\pi r^2}{2} = \frac{3,14285 \times 70^2}{2} = \frac{15399,96}{2} = \text{p.}^{\text{i}}\ \text{qu.}^{\text{i}}\ 7699,98.$$

Queste regole adunque di COLUMELLA erano esattissime, e doveano essere, perchè fondate sulle proporzioni stabilite da ARCHIMEDE (3), e sono assai commendevoli (4).

Quadratura del circolo.

1411. **Difficoltà principale.** Nulla è più facile del costruire un circolo: nulla più difficile di trovare a quale area giustamente corrisponda,

---

(1) *Si rotundus ager erit, ut circuli speciem habeat, sic pedes sumito. Esto area rotunda cuius diametros habeat pedes* LXX. *Hoc in se multiplicato, septuagies septuageni fiunt quatuor millia et noningenti. Hanc summam undecies multiplicato, fiunt pedes quinquaginta tria millia nongenti. Hujus summae quartam decimam subduco, scilicet pedes tria millia octingenti et quinquaginta. Hos esse quadratos in eo circulo dico* ecc. COLUMELLAE R. R. Lib. V, Cap. 2, Ediz. POMBA.

(2) *Si semicirculus fuerit ager cuius basis habeat pedes* CXL, *curvaturae autem latitudo pedes LXX, opportebit multiplicare latitudinem cum basi. Septuagies centeni quadrageni fiunt novem millia et octingenti. Haec undecies multiplicata fiunt centum septem millia et octingenti. Huius summae quarta decima est septem millia et septingenti.* COLUMELLA, ibidem.

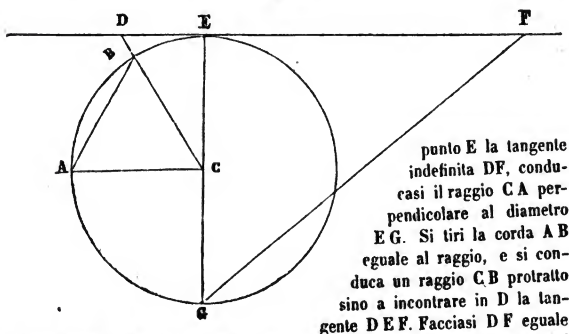
(3) Non comprendo perciò come nell' annotazione del GOTTLOB SCHNEIDER *Scriptores Rei Rusticae*, siasi calcolato sulla proporzione d'ARCHIMEDE il primo caso corrispondere a 3864 1/2, il secondo a 7693. V. Ediz. cit. del Pomba, 1829, Tom. III, pag. 17 e 18.

(4) Se si esamini quella data per la figura minore del mezzo cerchio non trovasi eguale esattezza. Dice infatti COLUMELLA « Se la sua corda sia 16 piedi e la freccia « 4, somma questi due numeri, e moltiplicando per 4, ne ricava 80. La metà di « questi è 40. Poi dic' egli, la metà de' 16 della base sono 8; questi moltiplicati « per se stessi formano 64 da cui tolgo la quartadecima parte ch' è piedi quattro « poco più: gli aggiungo ai 40: d' ambe la quantità risulta la somma di 44. Tanti « io dico essere nell' arco i piedi quadrati. » In questa regola manca il dato essenziale della lunghezza del raggio. Vedi § 1405.

ossia ciò che chiamasi la sua *quadratura*. Alcuni giunsero ad impazzire, volendo sciogliere questo problema (1). La difficoltà dipende dal trovare il numero esatto esprimente quel rapporto π di cui abbiam detto. Con metodi più spediti di quelli d'ARCHIMEDE e di METIUS si è spinto il calcolo nell'odierno secolo sino ad esprimerlo con 155 cifre decimali, le quali danno un valore di tale approssimazione da potersi riputare come sciolto il problema, rispetto a tutte le applicazioni meccaniche cui possa riferirsi; ma ci offre sempre un numero che ognor più s'accosta all'esattezza senza mai raggiugnerla. L'agricoltore amerà conoscere la costruzione grafica onde si può determinare la lunghezza della periferia colla maggiore approssimazione.

1412. **Problema LXXI.** *Descrivere una retta eguale ad una data circonferenza.*

Costruzione. Nel circolo A E G (fig. 279), condotto il diametro E G e al

Fig. 279.

punto E la tangente indefinita DF, conducasi il raggio C A perpendicolare al diametro E G. Si tiri la corda A B eguale al raggio, e si conduca un raggio C B protratto sino a incontrare in D la tangente D E F. Facciasi D F eguale a tre volte la lunghezza del raggio, ed il punto F congiungasi col punto G colla G F. Questa linea G F è con approssimazione grandissima eguale alla metà della circonferenza A E G (2).

1413. **Problema LXXII.** *Descrivere un triangolo equivalente all'area di un circolo.*

---

(1) MONTUCLAS, Ist. des rech. sur la quadrature du cercle.

(2) La dimostrazione dipende dal valore trigonometrico della D E, la quale è tangente dell'arco di 30°, cioè eguale $\frac{1}{3}\sqrt{3}$. Quindi si ha

$$EF = 3 - ED = 3 - \text{tang. } 30^\circ = 3 - \frac{1}{3}\sqrt{3}.$$

Ora la $GF^2 = GE^2 + EF^2$, perchè ipotenusa (§ 1221),

quindi $GF^2 = 4 + (3 - \frac{1}{3}\sqrt{3})^2$;

onde $GF = \sqrt{4 + (3 - \frac{1}{3}\sqrt{3})^2}$.

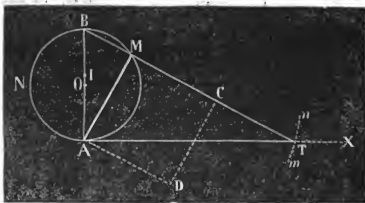
Da ciò si ha $GF = \sqrt{9,86923175} = 3,14159$, ch'è il ricordato valore trovato dal METIUS.

Spiegazione e Costruzione. Si è detto che chiamando C la circonferenza, si ha $C = 2\pi r$; dunque la semicirconferenza sarà $= \pi r$. Ma si è pur detto che l'area è $= \frac{2\pi r \times r}{2}$, cioè uguale alla metà della circonferenza moltiplicata pel raggio, ossia, che è lo stesso, al raggio moltiplicato per la semicirconferenza. Se il triangolo G E F equivalesse alla metà del rettangolo fatto col diametro e la semicirconferenza, equivarrebbe all'area del rettangolo fatto col raggio (ch'è la metà del diametro) e colla semicirconferenza; cioè a dire all'area del circolo.

1414. **Problema** LXXIII. *Descrivere un quadrato eguale a un dato circolo.*

Spiegazione. È facile ridurre il triangolo costruibile col Problema antecedente in un quadrato equivalente, e quindi per questo mezzo risolvere il presente Problema. Ma vi hanno altri modi tutti più o meno approssimativi, tra quali quello che ora mi fo a descrivere riesce di tale approssimazione da offerire la differenza minore di un mezzo millimetro per un circolo di raggio eguale a 100 metri. Perciò è assai utile nella pratica misura de' terreni spropriati per oggetto di STRADE FERRATE quando percorrono tratti curvilinei, dovendo essere le loro curvature di raggio non mai minori di 500 metri: laonde l'estimazione del terreno traversato, adottando la soluzione del presente Problema, non può scostarsi dall'esattezza oltre il decimo d'un millimetro.

Costruzione. Elevato nel circolo A M B N (fig. 280) il diametro A B, sulla

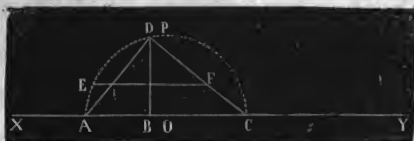
Fig. 280.

tangente A X prendasi O I eguale alla sesta parte del raggio O B. Da I, con raggio eguale a due volte il diametro, coll'arco *m n* si taglia la tangente A X in T, e si congiugne questo punto T con B, mediante la retta T B, la quale taglierà il circolo nel punto M. Condotta la corda A M, questa sarà il lato del quadrato A M C D equivalente all'area del circolo A M N B.

1415. **Problema** LXXIV. *Descrivere un circolo la cui area stia a quella d'altro circolo dato, nel rapporto di* m *ad* n.

Spiegazione e Costruzione. Chiamato R il raggio del circolo dato, se dicasi x quello del circolo da costruire, pel Teorema precedente CVIII, sarà

$$x^2 : R^2 :: m : n, \text{ onde } x^2 = \frac{R^2 m}{n}, \text{ ed } x = \sqrt{\frac{R^2 m}{n}}$$

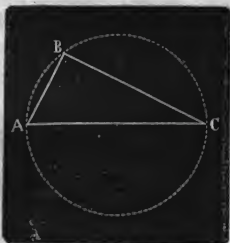
La questione è dunque di trovare il lato del quadrato, la cui area stia a quella d'un dato quadrato Q come *m* ad *n*. Perciò sopra una retta indefinita X Y (fig. 281) si prende A B eguale ad *n*, e B C = *m*, e sulla intera

Fig. 281.

A C posta come diametro, descrivesi il semicircolo A E D P C. Elevasi sopra il punto B la perpendicolare B D, poscia si prende la D I eguale al lato del dato quadrato Q, e pel punto I conducesi E I F parallela all'A C. Si avrà nell'I F il lato del quadrato richiesto; e similmente sarà il raggio ricercato del circolo che stia con un altro nel rapporto di *m* ad *n*.

1416. **Problema** LXXV. *Descrivere un circolo di area eguale alla somma di altri due circoli dati.*

Fig. 282.

Spiegazione e Costruzione. S'uniscano ad angolo retto i due diametri A B e B C (fig. 282) dei circoli dati. L' A C sarà il diametro del circolo richiesto. Infatti chiamando A l' area del nuovo circolo, ed *a* e *b* quelle de' circoli dati, avremo le proporzioni $a : b :: AB^2 : BC^2$; d'onde $a + b : b :: AB^2 + BC^2 : BC^2$.

Ma $AB^2 + BC^2 = AC^2$ per le proprietà dell' ipotenusa (§ 1221): dunque ecc.

Applicazioni.

1417. **Problema** LXXVI. *Qual è la lunghezza della circonferenza della moneta d'oro da 40 lire, il cui diametro è 26 millimetri?*

Soluzione. Moltiplicando il dato diametro $2r$ pel rapporto π, si avrà la circonferenza; cioè sarà $26^{mm} \times 3,14159 = 81^{mm},68134$.

1418. **Problema** LXXVII. *Qual è il diametro di una vasca o bacino, la cui circonferenza è metri 82, 7?*

Soluzione. Se moltiplicando il diametro pel rapporto π si ha la circonferenza, ne consegue che dividendo la data circonferenza pel rapporto medesimo, si avrà la misura del diametro. Perciò sarà, chiamando C la circonferenza

$$2r = \frac{C}{\pi} = \frac{m^i.\ 82,7}{3,14159} = m^i.\ 26,32.$$

1419. **Problema LXXVIII.** *Quanti giri fanno le ruote d'un carro nel viaggio di un chilometro, se le ruote davanti abbiano il diametro di m.[i] 0, 80, e le altre dietro di m.[i] 1, 20?*

Soluzione. Le due ruote maggiori hanno la circonferenza $= 2 r \pi = 1,20 \times 3,14159$; le altre due l'hanno $= 2 r \pi = 0,80 \times 3,14159$. Dunque le ruote davanti hanno la circonferenza di m.[i] 3, 7699 ossia m.[i] 3, 77: le altre minori m.[i] 25, 13. Le prime con l'intero giro percorrendo m.[i] 3, 77, dovranno fare giri 265, 2 per compiere l'intero chilometro: le altre dovranno fare giri 397, 9, ossia quasi 398.

Questo problema ricorre opportuno in ispecie nella costruzione dei seminatoi pel calcolo della distanza tra i semi in linea.

1420. **Problema LXXIX.** *Dato un circolo* meridiano *astronomico di* 92 *centimetri di diametro, quanto sarà lungo nella sua circonferenza un arco di* 18° 26'? E inversamente. *Conoscendo un arco, quanto sarà lunga la circonferenza?*

Soluzione. Chiamando generalmente A la lunghezza di un arco di circolo, ed N il numero di gradi e minuti di cui si compone, mentre sia C la lunghezza dell'intera circonferenza, si avrà sempre

$$(A) \qquad \div A : C :: N : 360°;$$

onde
$$A = \frac{C \times N}{360°} = \frac{2 \pi r N}{360°}.$$

Se invece si conosca la lunghezza ed il numero dei gradi d'un arco, volendo rilevare la totale circonferenza, si avrà

$$C = \frac{360° \times A}{N}.$$

Oppure conoscendo la lunghezza di un arco e quella della circonferenza cui appartiene, volendo sapere il di lui valore in gradi e frazioni di grado, si avrà sempre dalla proporzione medesima

$$N = \frac{360° \times A}{C} = \frac{360° \times A}{2 \pi r}$$

Dunque nel problema accennato, essendo

$C = \pi \times 0,92 = 3,1459 \times 92$, ed $N = 18°, 26'$, porremo in quella proporzione *(A)* $\div x : 3,145 \times 0.92 :: 18°, 26' : 360°$;

onde $\quad \div x . 2^m, 890 :: 18°, 26' : 360°$:

quindi
$$x = \frac{2^m, 890 \times 18°, 26'}{360°} = 0^m, 148.$$

Pel caso inverso, si avrebbe dalla proporzione *(A)*

$$\div 0^m, 148 : x :: 18°, 26' : 360°$$

ed
$$x = \frac{360° \times 6^m, 148}{18°, 26'} = 2^m, 890.$$

1421. **Problema LXXX.** *Qual è la superficie di una vasca circolare con diametro di metri 21, 6?*

Soluzione. Il suo raggio sarà metri 10, 8 il cui quadrato è metri 116, 64.

La superficie della vasca dovendo essere (§ 1402) πr^2, sarà perciò $3,14159 \times 116,64 =$ m[i]. qu.[i] 366, 43.

1422. **Problema LXXXI.** *Qual è la superficie d' una faccia del pezzo da 40 lire?*

Soluzione. Il suo diametro (§ 1417) essendo 26_{mm}, quindi il raggio è 13^{mm} il cui quadrato è 169 millimetri quadrati. Dunque la superficie $\pi r^2 = 3{,}14159 \times 169^{mm} = 531$ millimetri quadrati.

1423. **Problema LXXXII.** *Volendo fare un circolo che comprenda una superficie di 6 metri quadrati, quale sarà il suo raggio?*

Soluzione. Basterà dividere quest'area pel rapporto π, per ottenere il quadrato del raggio ricercato: perchè, chiamando l' area S, abbiamo (Teor. CVII)

$$S = \pi r_2, \text{ sarà } \frac{S}{\pi} = r^2.$$

Dunque dividansi 6^m per 3,14159. e il quoziente m.[i] qu[i]. 1,9091 sarà il quadrato del raggio. Estraendo la radice (§ 693), troveremo metri 1,38, valore del raggio ricercato.

[2] Ellisse.

1424. **Proprietà dell'Ellisse.** Gli antichi chiamarono questa curva ellissi da ἐλλειπω f. ψω (difettare), perchè nel circolo il quadrato della *ordinata* è precisamente eguale al rettangolo formato colle due parti del diametro, e invece nell' ellisse il quadrato dell'*ordinata* è sempre minore del rettangolo formato colle due parti dell'asse maggiore. Si è veduto al § 1386 quali sieno le condizioni di qualsiasi punto dell'ellisse, rispetto al *foco* ed alla linea *direttrice*. Indipendentemente da quella considerazione, questa curva possiede altre proprietà sommamente preziose. Sia A B C D (fig. 283) una ellisse di cui A B dicesi l' asse maggiore, e C D l'asse minore, il quale è la perpendicolare condotta pel mezzo dell'asse maggiore. Se dall'estremità C, o D dell'asse minore C D con raggio eguale alla metà dell'asse maggiore A B si descrivano due archi di cerchio che taglino quest'asse in due punti *f*, F, questi due punti chiamansi fuochi dell' ellisse, e la somma delle loro distanze da un punto qualunque della curva è costante ed eguale alla lunghezza dell' asse maggiore. Quindi, per esempio, il punto qualunque *m* dà le dette distanze $fm + mF = AB$; così $fp + FP = AB$.

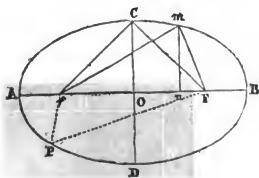
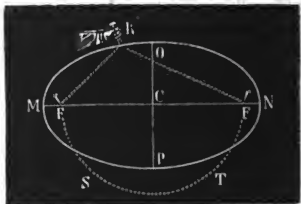



Fig. 283.

1425. **Costruzione dell'Ellisse.** Dalla enunciata proprietà singolare dei fuochi dell' ellisse si è tratto il modo di descriverla graficamente. Si vuol, per esempio, descrivere un'ellisse (fig. 284) lunga M N e larga O P. Poste le due lunghezze in croce come dimostra la figura, onde la O P tagli perpendicolarmente la M N in parti eguali, e ne sia essa pure tagliata nel mezzo C,

fatto centro in O con raggio C M descrivesi F S T F, e dove taglia l'asse maggiore sono i fuochi F F. Fissate a questi due punti le due estremità o d' un filo o d' uno spago F R F, lungo quanto M N, si fa scorrere la matita a modo che tenga il filo sempre egualmente teso, e la di lei punta traccia l'ellisse. Questa costruzione è la più generalmente adottata, sia dai giardinieri per disegnare l'ellisse nel terreno, sia dai muratori per centine di archi ecc.

Fig. 284.

1426. **Altra costruzione dell'ellisse.** Dati i due assi AB e CD (fig. 285) sul maggior asse A B come diametro, descrivesi un circolo A E B F, e sovra altro diametro perpendicolare E F, con diametro C D eguale al minor dell'ellisse, descrivesi l'altro circolo C *a* D *b*. Dividansi in egual numero di parti ambedue le periferie, si conducano le parallele IM, G O, H P ed L N (se sia diviso in dodici parti); poi si tirino dai punti analoghi di divisione del circolo minore delle perpendicolari a quelle, ossia delle parallele all'altro asse A B: dove s' incontrano queste linee, cioè in *g*, *h*, *l*, *i*, *p* ecc. saranno tanti punti dell' ellisse, la quale sarà sempre più esattamente determinata, quanto sarà maggiore il numero di quelle divisioni dei due circoli, e quindi delle parallele condotte ai due assi della curva da descrivere.

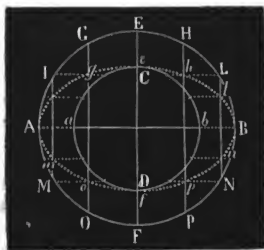
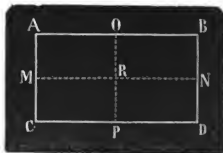



Fig. 285.

1427. **Problema LXXXIII.** *Inscrivere un'ellisse in un rettangolo.*

Costruzione. Diviso il dato rettangolo A B C D (fig. 286) pel mezzo dei lati, colle due perpendicolari MN ed O P, queste saranno gli assi dell' ellisse richiesta, la quale si costruirà coi metodi detti ai §§ 1425 e 1426.

Fig. 286.

1428. **Considerazione.** Dopo il circolo non havvi curva più utile per le costruzioni, dell'ellisse. Archi di ponti e di scale, e tutti i lavori in cui vuolsi simmetrica disposizione di parti ergonsi su questa curva, la quale pe' suoi assi dividesi in quattro parti perfettamente eguali. Quindi è uopo conoscere l'ingegno della sua costruzione, ossia investigare la posizione dei fuochi rispetto ai punti estremi d'amendue i suoi assi.

Abbiansi queste due dimensioni: A C (fig. 287) sia il semiasse maggiore, D C il minore; da C con raggio A C descrivasi l' arco A E; di poi con raggio C D l'altro arco F D. Questi quadranti si dividano nello stesso modo (§ 1426) in parti eguali, per esempio, in tre parti, quali vengono designate nella figura dalle lettere *c* e *b* pel maggiore quadrante, e *c'* e *b'* pel più piccolo. Dai punti *c* e *b* si tirano le parallele all' asse minore, e dai punti *c'* e *b'*, le parallele all' asse maggiore; ove s' intersecano, cioè i punti 1 e 2 sono adunque punti dell'ellisse. Evidentemente qualunque sia la lunghezza A C e D C, cotali punti comporranno sempre una linea curva che ha il circolo maggiore per tangente, e diventa essa tangente del circolo minore. Ma la prima condizione per avere una ellisse *regolare* consiste nella distanza dei fuochi tra loro, che dee essere eguale all'asse minore; cioè F C, metà di quella distanza, dee eguagliare il semiasse minore D C. La lunghezza di questo è perciò vincolata alla distanza de' fuochi. Invece la lunghezza dell'asse maggiore è dipendente dalla lunghezza della corda che s'immagini condotta dal punto F al punto D, perchè il punto D deve soddisfare alla condizione di essere equidistante dai due fuochi. Dissi ellisse *regolare* per distinguerla dall'altre curve di cui dirò tra poco, specificandole come *imitazioni* dell' *ellisse*. È poi da notare che il rapporto di A C : AF, ossia (ch'è lo stesso) quello esistente tra i due assi, chiamasi *eccentricità*. Quindi il circolo può considerarsi come un'ellisse la cui *eccentricità* è eguale a zero, cioè nulla, e le cui *direttrici* sono situate all'infinito. Si ha un grazioso confronto tra il circolo e l'ellisse dal seguente artificio.

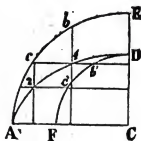
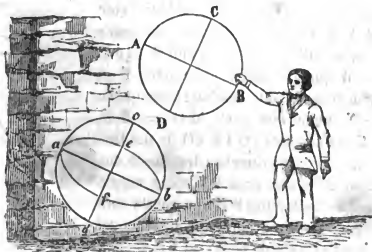



Fig. 287.

1429. **Costruzione dell'ellisse col circolo.** Compongasi un circolo con filo di ferro, del diametro lungo quanto l'asse maggiore ch'aver dee l'ellisse, e si attraversi di due diametri perpendicolari A B e C D, come nella fig. 288.

Fig. 288.

Espongasi ai raggi del sole in modo che i medesimi vi cadano sopra acconciamente, onde l' ombra del circolo si proietti in un piano ed esattamente con-

forme, cioè tale che i due diametri *a b*, *c d* nell'ombra sieno eguali tra loro come nel circolo di ferro. Segnansi i due punti *a* e *b* nell'ombra, poi nel diametro *c d* due altri punti *e*, *f*, equidistanti dal centro, ma tra loro lontani quanto vuolsi riesca lungo il minor asse dell'ellisse. Si muove il circolo di ferro come se ruotasse attorno ad A B sinchè nell'ombra semprepiù restringendosi nell' altro senso, incontri i punti *e* ed *f*. Semprecchè contemporaneamente il diametro *a b* conservi nell'ombra l'anteriore posizione, si avrà descritta l'ellisse che si desidera, potendosi con questo mezzo segnare tutte l' ellissi possibili comprese tra quella retta A B e quel circolo. È chiaro che può farsi un' ellisse, il cui asse minore si confonda col diametro, e quindi l'ellissi in una retta: perciò la comodità di quest'artificio è somma, quando vi si adattasse l' applicazione del Dagherrotipo dallo SCHNETTLER di Berlino proposta per la divisione de' lembi di nonio.

1430. **Compasso ellittico.** Dalla costruzione detta al § 1425 si trasse la forma di questo compasso (fig. 289). Il regolo DG è munito di tre corsoi D, L, G. In quello D sta la matita, o punta; L e G entrano nelle canalature de' due altri regoli di legno o di metallo disposti in croce ad angolo retto. Movendo il regolo D G onde giri la estremità D, i corsoi L e G strisciano lungo le canalature, e la punta D descrive l'ellisse, corrispondente alla distanza tra L e G, che deve essere eguale a quella de' fuochi della curva da costruire. Questo strumento serve solo per ristrette dimensioni, e non offre in pratica precisione sufficiente (1).

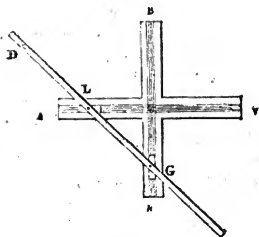
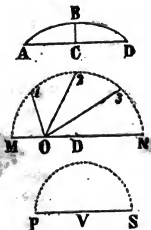



Fig. 289.

1431. **Perimetro dell'ellisse.** Debbasi misurare la semiellisse ABD, (fig. 290) di cui sia C A il semiasse maggiore, e B C il minore. Descrivasi un semicircolo M 2 N il cui diametro M N sia di lunghezza eguale ai due semiassi anzidetti, cioè M N = A C + C B. Dividasi la semicirconferenza in quattro parti eguali mediante i punti 1, 2 e 3. Dal punto O, il quale segni nel diametro F il punto di congiunzione de' due semiassi (cioè quello che divide M N nelle due parti M O = B C, ed O N = A C), si conduca l'O 1 e l'O 3: poi trovata la P V, linea media aritmetica tra queste due rette e il raggio D N, con essa P V come raggio descrivasi la semicirconferenza P H S, e questa sarà eguale alla semiellisse proposta. La soluzione del problema era stata esposta da GIOVANNI BERNOULLI,

Fig. 290.

(1) D'altri compassi ellittici si può vedere la descrizione nel *Bulletin de la Société d'Encouragement*. Paris, 1843, ove a pag. 238 trovasi il diseguo di quelli del FAREY e del WOLLONVICZ.

senza averne data la dimostrazione. Questa diede l'insigne matematico MAGISTRINI (1) non solo, ma emendò e ridusse la soluzione stessa nel modo sopra dichiarato.

1432. **Area dell' ellisse.** La quadratura dell'ellisse ha le medesime difficoltà di quella del circolo, nella stessa guisa che la sua periferia esprimesi, come s'è detto, riferendola ad una circonferenza. Se descrivasi un circolo concentrico all'ellisse, che abbia per diametro l'asse maggiore della medesima, l'area del circolo sta a quella dell'ellisse come il semiasse maggiore di questa al suo semiasse minore. Sia questo semiasse maggiore $12^m\ 14$, e il minore $7^m\ 36$; avendo l'area del circolo di raggio $12^m\ 14$ eguale a m.: qu.[1] 462, 993, porremo la proporzione

$$12^m\ 14 : 7^m\ 36, \text{ ossia } 6,07 : 3,68 :: m.^i\ q.^l\ 462,993 : x;$$

e rileveremo l'area dell'ellisse, cioè

$$x = m.^i\ q.^i\ 280,694.$$

Si trova eziandio d'altro modo la stessa soluzione, ed è questo. Si moltiplichino tra loro le metà delle misure degli assi della ellisse, e il prodotto si moltiplichi pel rapporto π, ossia 3, 14159, e si otterrà l'area richiesta. Sia il semiasse maggiore $12^m\ 14$, il minore $7^m\ 36$, si dovrà fare il calcolo di

$$12^m\ 14 \times 7^m\ 36 \times 3,14159 = m.^i\ q.^i\ 280,694.$$

1433. **Applicazioni.** Tra le proprietà dell'ellisse risulta assai proficua nella fisica e nelle arti quella che, fatto uno specchio ellittico, tutti i raggi d'un corpo luminoso posto in uno de' suoi fuochi sono esattamente riverberati verso l'altro fuoco. Lo stesso accade per le vibrazioni d'un corpo sonoro e pe' raggi caloriferi d'un corpo incandescente. Quindi nella costruzione de' fornelli a riverbero si procura che la grata del fornello occupi uno de' fuochi dell'ellisse, e nell'altro fuoco si collocano i materiali da fondere.

Curve analoghe all'Ellisse.

1434. Benchè le distanze tra i *fuochi* si possano prendere ad arbitrio, e dare agli assi della curva le lunghezze che si vogliano, pure è la medesima di sì usuale applicazione, che si costruiscono curve a foggia d'ellisse, o per meglio dire, composte a sua simiglianza.

1435. **Ellissi a più di due centri.** L'emergenze delle costrutture architettoniche spesso non sono soddisfatte dalle vere ellissi. Perciò il FAGNOLI si propose d'indagare, e trovò una elegantissima costruzione geometrica per la *semiovale* o curva a tre centri, o policentrica. L'ellisse per verità sorge *tangenzialmente* all'interna faccia de' piedritti, condizione cui già si riguardò pel § 1260, ed innalzandosi tutt'ad un tratto sull'imposta, offre luce assai maggiore nell'arcata che non farebbe arco di circolo, la cui saetta fosse eguale al semiasse minore della ellisse. La quale, per dirlo col FAGNOLI medesimo (2), tiene quasi il mezzo fra la maestà del circolo e

---

(1) MAGISTRINI, Compimento d'una regola di GIOVANNI BERNOULLI per la rettificazione dell'Ellisse. V. Opuscoli Scientifici stampati in BOLOGNA, 1817, T. I, pag. 244.

(2) Memorie dell'Accademia dell'Istit. delle Scienze di Bologna, T. 1, 1850, *Costruzione Geometrica* ecc. del Dott. FAGNOLI (ivi pag. 615).

l'arditezza del segmento circolare. Ma l'ellisse variando continuo di curvatura, costringe ad assegnare speciale sagoma a ciascuno de' cunei che formino volta su cotal curva; onde l'uopo di ricorrere a curve *semiovali* così dette, e il FAGNOLI trovò quella costruzione la quale soddisfi a descrivere generalmente curve a tre centri, con metodo di facile e generale applicazione, come in acconcio luogo farò conoscere per non dilungarmi più oltre in questo particolare argomento, limitandomi ora alle foggie d'ellisse più usale.

1436. **Imitazione dell'ellisse.** Abbiasi prescritta l'A B (fig. 291) per servire di asse maggiore a figura analoga all'ellisse. Dividasi in quattro parti eguali mediante D, C ed E, e con raggio eguale ad una di esse, facendo centro ne' tre detti punti, descrivansi tre circoli. Divisa la semicirconferenza D F E, poi la D G E ne' suoi punti di mezzo F e G, da questi punti, per esempio, da G conducasi la G H, quale passi per la divisione D, centro di quel circolo; e fatto centro in G, con raggio D H descrivesi l'arco H I, mentre di poi, fatto centro in F con raggio F E L si traccia l'altro arco M L. Si ha una bella curva imitante l'ellisse, o dirò meglio una ellisse a più di due centri, percioccchè ne ha quattro, quali sono D, E, F e G.

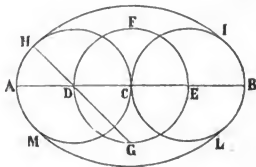
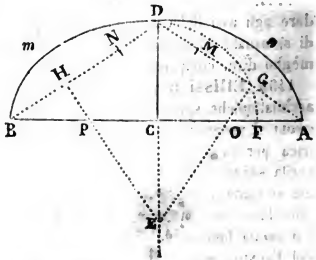



Fig. 291.

1437. **Manico di canestro** o **ansa di paniere** (1). In ispecie per far le centine delle volte si adopera questa curva formata dall'incontro di varii archi di circolo. La più comune è quella detta *a tre centri*. Dato il diametro A B (fig. 292) e l'altezza C D, congiugnesi B D ed A D; portasi da D in M ed N la differenza F A del semidiametro C A coll'altezza C D. Poi sul mezzo delle A M e B N, cioè in G ed H s'elevano le perpendicolari G E ed H E prolungate sino al loro incontro in E, ove intersecheranno la D C protratta. I punti O e P, ove taglieranno il diametro, insieme col punto E saranno i centri de' tre archi: *m* D *n* fatto con raggio E D; B *m* con raggio P B; A *n* con raggio O A, i quali compongono la falsa ellisse o manico di canestro B D A.

Fig. 292.

(1) *Ansa* è veramente *stimolo, occasione* ecc.: nella marineria significa *piccolo seno di mare e poco profondo:* in geografia *baia* o *spiaggia curvata in arco:* ma è pure *latinismo* usato per *manico* di vaso e simili.

1438. **Altra ellisse architettonica.** Sia un poligono di numero indefinito di lati *a, b, c, d* ecc. (fig. 293). Se il lato *a* giri attorno la sua estremità unita al lato *b*, coll' altro estremo *m* recandosi nella direzione dello stesso lato *b*, descriverà l' arco *m n*. Parimenti proseguendo a girare unito col lato *b*, come se questo fosse prolungato in *n*, girando attorno all'estremo unito al lato *c*, coll'altro estremo *n* descriverà l'arco *n o*. Così via dicendo *c* descrive l'arco *op*, e *d* l'arco *pq*, e si forma una foggia d'ellisse tanto più graziosa quanti più saranno que' centri, vale a dire quanto maggiore sia il numero di lati del poligono. E da vedere intorno questo modo di generazione quanto è detto più sotto (§ 1463 ecc.) intorno l'*Evoluta*.

Fig. 293.

Ovale.

1439. **Ovale** (1) è la figura ellitica, conformata a simiglianza del contorno dell' uovo. Si costruisce conducendo una retta A B (fig. 294) eguale all'asse minore dell'ovale da descrivere, e nel suo mezzo elevasi una perpendicolare C D. Si segna il punto D a modo che D C sia eguale alla metà dello stesso asse minore, e dai punti estremi A e B si conducono l'A D e B D prolungate in E ed F. Da C, preso A C per raggio, descrivesi al disotto la semicirconferenza A M B: poi da A e da B, con raggio eguale a tutta l' A B, descrivonsi gli archi B E ed A F. Infine fatto centro in D, col raggio D E = D F descrivesi l'arco F E che chiude e compie l'ovale ricercata.

Fig. 294.

Quando invece fosse noto solo l' asse maggiore, è d' uopo dividerlo in *media* ed *estrema* ragione, ed il segmento minore sarà il raggio della semicirconferenza da inscrivere, cioè darà la misura dell'A C, o C B.

[3] Spirale.

1440. Prima di passare alle altre curve appartenenti alle sezioni coniche, dirò della spirale, perchè in sostanza si compone di archi di *circolo*

(1) Alcuni sotto la denominazione di *ovale* descrivono le curve, di cui ho detto come imitazioni d'ellisse, le quali cioè piegate sopra uno qualunque degli assi colle loro metà pienamente combaciano; seguendo altri ho riservato la denominazione d'*ovale* alla figura analoga alla sezione longitudinale dell'uovo, le cui parti separate coll'asse minore, sono disformi e diseguali.

di raggi successivamente maggiori come sarà palese dalla sua pratica costruzione.

1441. **Spirale** (1). Di somma importanza è questo genere di curve, le quali traggono il nome dal volgersi a spira, giacchè partendo da un punto centrale, girano attorno al medesimo a guisa di cerchio, ma sempre più allargandosi ed allontanandosi dal centro. Noi sappiamo che un raggio xN (fig. 295), movendosi attorno al punto x, genera o descrive la circonferenza N D H N nel passare colla sua estremità N da N in A, in B, in C ecc. Suppongasi che nel muoversi da x il raggio non abbia alcuna lunghezza e l'acquisti in modo che, giunto nella direzione A, abbia raggiunta la lunghezza di una misura μ, e procedendo in B l'abbia di 2μ, e in direzione C di 3μ; cosicchè giunto in R abbia una lunghezza di 16μ. Evidentemente nel girare attorno x acquistando contemporaneamente quell' aumento di dimensione descriverà la curva *a b c d e f g h i l m n* .. .., e lo spazio racchiuso è una spirale piana, mentre *spira* chiamasi la linea raggirante che lo racchiude. Seguitando quell'aumento e quel movimento successivo, proseguirà la generazione della stessa spirale continuando secondo la traccia

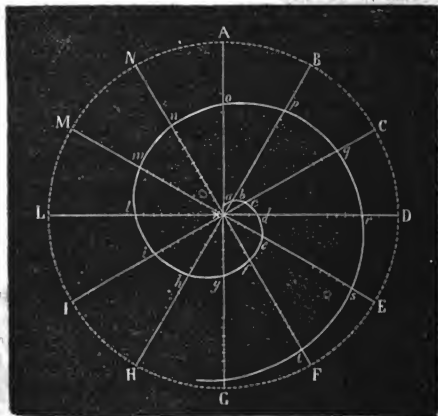



Fig. 295

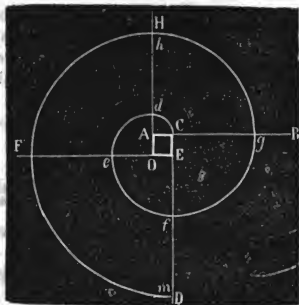
(1) Non dee confondersi *elice* con *elica* quando la prima esprime di certa guisa la proiezione della seconda, di cui sarà detto più innanzi. Nel primo caso è meglio attenersi unicamente alla denominazione di *spirale* per non equivocare una curva semplice con altra a doppia curvatura.

n, *o*, *p*, *q*, *r*, *s*, *t*, *u* ecc. È facile comprendere che la forma più o meno varia di questa curva dipenderà dalla legge di quell'aumento e di quel moto.

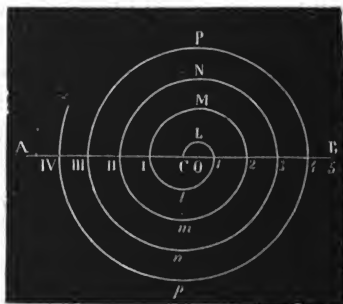
1442. Spirale d'Archimede. Invece di supporre quell' aumento di lunghezza, il concetto di CONONE, noto sotto nome di spirale d' ARCHIMEDE che primo ne svelò le proprietà, consiste nella supposizione di due movimenti, l'uno dello stesso raggio d'indefinita lunghezza, l'altro di un punto, il quale con moto uniforme, partendo dal centro, percorra contemporaneamente quel raggio in movimento. La costruzione perciò della spirale generata da questi due moti riesce analoga a quella sudimostrata, perchè le lunghezze crescono secondo la progressione aritmetica 1, 2, 3 ecc., e i raggi A, B, C ecc. sono tutti egualmente divergenti tra loro (1). Più innanzi diremo della spirale di PAPPO, ch' è la spirale stessa d'Archimede, generata non sovra un piano, ma sopra una sfera.

1443. Costruzione della spirale. I. Si conducono quattro rette A B, C D, E F, O H, come rileva la figura 296, in modo che formino nel loro incontro un quadrato: ovvero si costruisce un quadratello A C E O, e se ne prolungano i lati A C, C E, E O ed O A in B, in D, in F ed in H. Si comincia dal far centro nel punto A, e descrivesi tra l'A B e l'A H, con raggio A C, l'arco C *d*: poi fatto centro in O tra l'O H e l'H F, con raggio O *d*, l'arco *d e*: indi dal centro E, con apertura E *e* tra l' E F e l' E D, descrivesi l' arco *e f*, e così via dicendo da C l' arco *f g*. Ritornasi in A, e con raggio A *g* si descrive l'arco *g h*, e proseguesi indefinitamente facendo sempre centro successivamente in que' punti A, O, E, e C. prendendo per raggio la loro distanza dall'estremità degli archi precedentemente descritti.

Fig. 296.

II. Altra costruzione. Suppongasi di voler descrivere la spirale sulla retta A B (fig. 297). Trovato il punto di mezzo C dividansi ogni metà C A e C B in tante parti eguali quant'esser denno le rivoluzioni della spirale. Divisa per metà la C1 descrivasi con raggio O1 il semicerchio L, poi con raggio O2 il semicerchio M, con raggio O3 il semicerchio N, e infine con raggio O4 il semicerchio P. Di poi fatto centro in C dall'altra parte con

(1) Siccome il moto del raggio si suppone uniforme, quindi occorre lo stesso intervallo di tempo al punto *a* per passare in *b*, come al punto *p* per trasferirsi in *q*, benchè in apparenza osti la maggior distanza successiva tra i punti indicati.

raggi C I, C II, C III, C IV descrivansi gli altri semicerchi *l*, *m*, *n*, *p*. Questa spirale è più facile a costruire, più elegante e più regolare.

Fig. 297.

1444. **Area della spirale.** Noi abbiamo due semicircoli l'uno è IV*p*4. il cui centro è in O e di raggio C IV: l'altro è III P 4. il cui centro è O ed il raggio O 4: quindi sommando le aree de' due semicircoli si avrà quella della spirale A B. Si può anche fare il calcolo delle semicorone L M, M N ecc. ed *l m*, *m n* ecc. e sommate insieme ai due semicircoli O L e C *l*, si ha la misura della spirale medesima. Nella costruzione precedente è facile rilevare l'aree dei settori ecc.

[4] Parabola.

1445. **Generazione della curva.** Altra curva risultante dalle sezioni coniche (come sarà chiarito nella sezione IV), e di sommo interesse, è la parabola (1). S'immagini che un punto D (fig. 298) muovasi sovra un piano, conservandosi sempre equidistante da un dato punto F e da una data linea A B. Prima di tutto, per questa condizione, in D dovrà essere così distante da F, quanto da O, e sarà la D F = D O. Giunto ad un punto M qualunque, dovrà questo trovarsi così lontano da quel punto F, come dalla linea suddetta A B, la cui distanza vera sarà misurata dalla perpendicolare condotta da M alla A B medesima; dunque dovrà essere F M = M A. Ora quel punto F dicesi *fuoco*, e quella retta A B, di posizione determinata è (§ 1385) la direttrice. Perciò la *parabola* si definisce per *la curva di cui i singoli punti distano sempre tanto dal fuoco che da una retta direttrice.* È poi D il vertice della parabola, e l'O C (retta perpendicolare all'A B e che passa pel fuoco F)

---

(1) La parabola e l'iperbole diconsi talora *Curve apolloniane*, perchè APOLLONIO di Perga lasciò quel celebre trattato sulle *Sezioni coniche*, onde il CARDANO ebbe a dirlo il settimo tra gli uomini sommi della terra.

è l'*asse* della parabola. Infatti se il punto D muovasi al disotto dell' O C,

Fig. 298.

anzichè al disopra, descriverà una curva in cui qualsiasi punto M' sarà nell'identica posizione di M, rispetto alla distanza dal fuoco F ed alla direttrice linea A B.

1446. **Costruzione della parabola.** Per due facili modi s'ottiene:

I. Stabilito il *fuoco* F, la *direttrice* A B, e condotto l'*asse* O C, si pianta una punta del compasso in F, coll' altra, con apertura che sia eguale alla metà della distanza del fuoco dalla direttrice (cioè alla metà della F O), si descrive un arco di circolo, e si trova, dove esso taglia l'asse, il punto D vertice della curva. Dipoi, allargando il compasso, fisso sempre ad F per centro, descrivesi un altro arco: si prende con questa nuova apertura (che supporremo eguale a PO) il punto P, e da questo s'innalza la perpendicolare M' P M: i punti del circolo segati da questa apparterranno alla parabola.

II. Si colloca un regolo M N (fig. 299), il cui orlo dee combaciare colla direttrice I L, e su cui dee scorrere una squadra E H G. Assicurasi alla sua estremità G il capo di un filo, di cui l'altro capo si fissa in F, e la cui lunghezza dee esser tale, che quando la squadra sia nella linea dell'asse B D, il filo teso ed applicato mediante lo stiletto S lungo la medesima e fermo in G, venga a toccare il punto A di mezzo tra F e B.

Tenendo sempre collo stiletto S il filo aderente alla squadra, mentre essa col lato E H scorre lungo M N, e si allontana dal punto F, lo stiletto si accosterà sempre più verso l'estremità G, e segnerà il ramo di curva A P. Replicando questa operazione dalla parte opposta, si descriverà similmente l' altro ramo A C della curva e così si formerà la parabola P A C.

Fig. 299.

1447. **Misura dell'area parabolica.** Dalla stessa costruzione della parábola si rileva che essa non è una figura piana terminata come il cerchio e l'ellisse, ossia non è una curva rientrante in se stessa, come quelle. Solo potrà formare una figura mistilinea quando si tagli il suo asse con una perpendicolare PC, la quale pervenga ad incontrare ambo i rami della curva. Per conoscere l'area di questa figura, la GEOMETRIA SUPERIORE dimostra che quell'area parabolica A P C equivale a due terzi del rettangolo fatto dall' ascissa A D colla sua corrispondente ordinata P D, che vale quanto dire, il terzo della porzion d'asse, moltiplicata per la distanza P D dall'asse medesimo.

1448. **Curva balistica.** L'applicazione del calcolo al tiro dell' artiglieria debbesi al TARTAGLIA: ma GALILEO ne rettificò i calcoli, e dimostrò che la direzione delle bombe dovea essere una parabola in forza della sua legge sulla caduta de' gravi, e ciò salvo la modificazione dipendente dalla resistenza dell'aria. La qual condizione importantissima fu per lungo tempo trascurata, finchè i due BERNOULLI diedero la soluzione della curva descritta da un proietto nell'aria, valutandone la sua resistenza, e nacque di poi il nome alla medesima, di curva *balistica*. Infine il BORDA, per via di sperienze ed estesi calcoli, trovò per alcuni casi speciali la legge di quella resistenza. Nel II Libro dovrò tornare su questo argomento per un subbietto poco gradevole, ma pur indispensabile negli studi agrologici, voglio dire gli effetti dipendenti dai diversi modi di cadere della grandine.

[5] Iperbole.

1449. **Generazione.** L'iperbole è la curva formata dal contorno della sezione fatta da un piano in due coni opposti al vertice, come verrà chiaro parlando del cono, ove meglio se ne comprenderà la figura, della quale dà

idea nel § seguente la costruzione di essa. Le sue condizioni sono abbastanza chiare pel detto al § 1386: perciò, oltre il modo di descriverla, più non ce ne intratterremo, perciocchè sarà difficile che occorra farne alcuna applicazione, la sua proprietà più importante consistendo nell'essere una curva assintotica; e per valersene è miglior partito, occorrendone l'emergenza, rifarsi alla costruzione dell'*assintoto* o *concoide* di cui diremo tra breve.

1450. **Costruzione.** Sieno B e C (fig. 300) due punti fissi: facciasi muovere un regolo M A attorno al punto B, mentre alla cima A sia attaccato un filo A D C, di cui l'altro capo sia attaccato al punto C. Girando l'estremo N intorno a B e verso G, tenendo sempre teso il filo accosto all'orlo del regolo, il suo angolo in D descriverà la curva D H G, la quale sarà una iperbole. Di poi voltando il regolo, facendolo girare con M nel punto C, si descriverà dall'altro lato della P O la seconda parte della iperbole. I due punti B e C, attorno a cui girano contemporaneamente il regolo ed il filo, sono i due fuochi; la linea I H, che prolungata passa pei medesimi, è l'asse maggiore; il punto X alla metà di esso, è il centro; e la linea P O, la quale passa pel centro X e termina coi due archi di circolo P ed O, descritti col raggio X C, è l'asse minore.

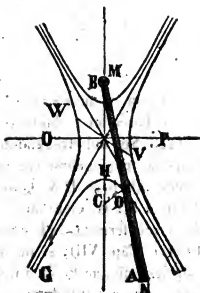
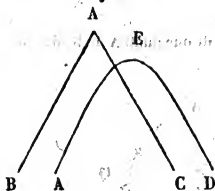
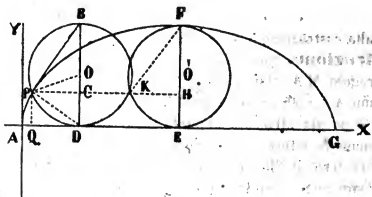
Fig. 300.

1451. **Anguinea.** Così chiamasi una specie d'iperbole del terz'ordine, la quale coi suoi punti d'inflessione serpeggia attorno ai suoi assintoti.

Fig. 301.

Ambigena fu poi detta dal NEWTON l'iperbole della figura 301, i cui due rami, a mo' d'esempio, D E ed E A, l'uno è inscritto all'assintoto A B, l'altro circoscritto all'assintoto A C. Ne riprodussi la figura in questo luogo, perchè nel discorrere d'alcune macchine rurali, di recente introdotte nella coltivazione inglese, ricorrerà opportuno l'avervi riferimento.

[6] Cicloide.

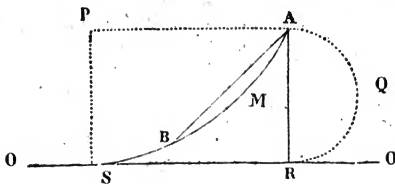
1452. **Generazione della cicloide.** Se si supponga che il circolo B D si muova sopra una linea retta A X (fig. 302), girando verso G come ruota attorno il suo centro, il suo punto P, quandò quel circolo si movesse allo indietro, descriverebbe la curva P A; muovendosi invece allo innanzi descriverà la curva P F; e procedendo declinerà sempre descrivendo il resto della curva F G. Ora questa curva A P F G è quella chiamata cicloide,

di cui si attribuisce la scoperta al CUSA Nicolò (1), perciocchè ne rilevasse la generazione; ma il sommo GALILEO fu quegli realmente che come curva

Fig. 302.

speciale la distinse e investigò, mentre di poi Giovanni BERNOULLI dimostrò essere l'arco di cicloide la curva della più rapida discesa (2).

1453 Se, indietreggiando nella sua rotazione il circolo B D, il punto P viene a confondersi col punto A, ne risulta evidente che l'arco P D è eguale alla base D A. Quindi, quando il punto P avrà percorsa tutta la cicloide A P F G, cioè sarà esso giunto in G, la base intera A G sarà eguale alla circonferenza del circolo generatore. Nel Capitolo della *Meccanica Agraria* (Cap. VIII) si offrirà incontro vantaggioso di tener parola delle proprietà di questa curva. Ora basti notare che il punto F, sommità della medesima, è naturalmente elevato sulla sua base dell'altezza E F eguale al diametro del circolo generatore, e che l'area della intera curva è eguale a tre volte l'area del circolo medesimo, mentre il suo perimetro, ovvero la sua lunghezza rettificata, ossia *rettilineata*, uguaglia quattro volte il diametro della ciconferenza generatrice.

1454. **Curva Oligocrona** o *Brachistocrona* fu detta da Giovannni BERNOULLI la curva della più pronta discesa (3). Dati due punti A e B (fig. 303)

Fig. 303.

(1) Il CUSA, dottissimo cardinale, ebbe pure il vanto d'essere precursore del celebre sistema Copernicano, e nella sua opera *De docta ignorantia*, affermò (Lib. 2, Cap. 11 e 12) muoversi la terra, ed il sole star fermo. Moriva egli nel 1464; e COPERNICO nasceva il 19 febbraio 1474.

(2) Al BOVELLE Carlo è pure attribuita la scoperta di questa curva, della quale il ROBERVAL determinò l'area, dipoi il DESCARTES e il FERMAT le tangenti, e il LEIBNITZ e lo stesso BERNOULLI vi scoprirono spazii quadrabili.

(3) Da βραχυστος cortissimo, χρονος tempo.

nello stesso piano verticale, un punto materiale pesante, che discenda in virtù della sua gravità, senza velocità iniziale, per giugnere dal punto A al punto B nel minor tempo possibile, qual è la linea che deve percorrere? Si direbbe una retta, ma siccome si tratta di moto accelerato, questa linea è una curva concava A M B. Infatti per essa il mobile discende in una linea più vicina che non la B A alla direzione verticale A R, secondo la quale agisce la forza di gravità che lo trascina; perciò deve muoversi più presto per la B M A che per la B A. Se il corpo si muovesse nel vuoto, la detta curva sarebbe la cicloide: ma la resistenza (§ 1452) dell'aria e degli attriti modificano questa curva, come verrà in acconcio rilevare nel Cap. VII, destinato alla Meccanica Agraria.

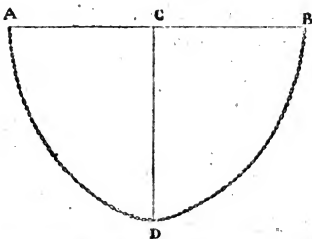
1455. **Curva tautocrona** (1). Questo aggiunto è pur dato alla cicloide, perchè se da qualunque punto di essa si lascia cadere un grave lungo la sua concavità, arriva nel punto più basso nello stesso intervallo di tempo.

1456. **Costruzione pratica** della cicloide. Ne dirò a suo luogo discorrendone opportuna applicazione.

1457. **Epicicloide.** Suppongasi che il circolo invece di rivoltolarsi lungo una retta, segua la sua rivoluzione sulla periferia d'altro circolo. Quel punto che nel circolo mobile descriverà nel primo caso la cicloide, genererà nel secondo altra curva cui si dà nome d'epicicloide; curva dotata di proprietà utilissime per la meccanica, in ispecie per la costruzione dei bocciuoli e delle ruote dentate. Hannovi pure l'epicicloidi *sferiche*, le *allungate* e le *accorciate*, quante in somma ponno essere le curve, su cui faccia ruotarsi un circolo.

[7] Catenaria.

1458. **Definizione e generazione della curva.** Una catena, una corda (perfettamente flessibili) se si attacchi a due punti fissi A e B (fig. 304),

Fig. 304.

distanti tra loro meno della lunghezza della catena o corda, abbandonata a se stessa, per l'azione della gravità si dispone in una curva A D B che

(1) Da ταυτο' lo stesso e χρονος tempo.

chiamasi *catenaria*. Le funi o catene dei ponti sospesi ne danno singolare esempio e la sua forma più o meno aggraziata, dipende dal rapporto che esiste tra la distanza A B e la lunghezza totale della catena A D B. L'agronomo, che nelle fabbriche rusticali dee cercare innanzi tratto la massima solidità, apprezzerà questa curva, perchè dotata della mirabile proprietà che nelle volte la cui curvatura sia una *catenaria*, i cunei ben fatti si possono sostenere tra loro, senza bisogno di verun cemento. Quando s'immagini questa volta composta secondo la catenaria A D B, naturalmente rivolta verso l'alto, semprecchè la lunghezza della catena renda la D C sensibilmente maggiore della distanza A B, si potrà raccordare facilmente coi piedritti, nè vi sarà d'uopo di celare l'intradosso con aggetto di cornici, come nel caso di D C = A B, ovvero D C molto minore di C B.

1459. **Costruzione meccanica.** Siccome è immenso il numero dei rapporti quali ponno esistere tra la distanza A B e l'altezza C D, quindi sono d'indefinito numero le *catenarie* descrivibili: d'altronde i metodi geometrici per disegnarla riescono complicatissimi. La sua costruzione meccanica è agevole, purchè si abbia una catenella di anelli assai piccoli, acciò rendasi quanto più si possa flessibile. Sovra un muro o piano qualunque esattamente verticale si descrive una orizzontale A B, lunga quanto la larghezza che aver dee la base della catenaria. Dal punto di mezzo C calasi la perpendicolare C D, lunga quanto l'altezza che si vuol darle, e attaccata la catenella in A si tira pel punto B sinchè tocchi il punto D, ed allora si fissa in B. Si procaccia di marcare nel muro o piano tanti punti, segnandoli pel centro degli anelli, e riunendo tali punti con una guida leggermente arcuata, si ottiene il disegno della catenaria, dipendente dal voluto rapporto fra il diametro alla base e la sua altezza.

[8] Assintoto o Concoide.

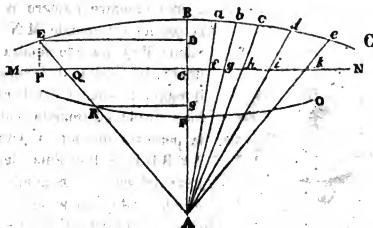
1460. **Definizione dell'assintoto.** Nel § 970 si descrisse la curva denominata *assintoto*. Ma sotto questo nome intendesi eziandio una linea retta la quale s'accosta sempre maggiormente ad una curva senza mai incontrarla, ancorchè ambedue si prolunghino all'infinito. La stessa denominazione hanno pure alcuni rami di curve dotate della stessa proprietà di sempre più avvicinarsi tra loro, nè mai raggiugnersi. Dicesi infine spazio assintotico quello compreso tra una curva ed il suo assintoto.

1461. **Concoide** (1). Questa curva di Nicomede è la stessa di quella descritta nel § 970 come assintoto. L'E B C (fig. 305) soddisfa alla condizione identica che le rette prese da un punto A esterno alla indefinita M N sieno tagliate in porzioni B C, *a f*, *b g* ecc., sempre eguali tra loro. Lo stesso accade della curva al disotto della M N quando prendansi sempre eguali porzioni di quelle rette tra la curva e la M N, cioè C F = Q R ecc. La prima

---

(1) Nel linguaggio volgare la *concoide* si definisce per *linea curva a forma del concavo della conchiglia.* Il Viviani nel suo *Diporto Geometrico*, 277, *parla della vulgata concoide* di Nicomede.

E B C è detta *concoide ulteriore*, l'altra R F O *concoide citeriore*. Onde *assintoto* è la M N, e tale denominazione dovrebbe limitarsi appunto esclusivamente

Fig. 305.

a queste rette sempre più accostate nè mai raggiunte dalle curve, perciò da dirsi *assintotiche*.

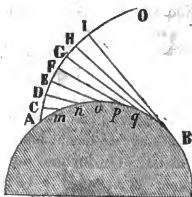
1462. A qual uopo ponno servire queste curve? NICOMEDE inventava la *concoide* per risolvere i problemi della duplicazione del cubo e della bissezione dell'angolo. L'agronomo ne troverà una applicazione vantaggiosa nel XIII Libro, per regolare la convessità della migliore superficie de' suoi campi.

[9] Evoluta.

1463. **Generazione dell'evoluta.** S'immagini una curva A B (fig. 306) circondata da un filo flessibile, sottilissimo, ognor teso perfettamente. Stacchisi in A senza cessare di ritenerlo avvolto sulla curva nella parte mano a mano rimanente; la sua estremità descriverà una curva A O, la quale chiamasi *evoluta*, mentre l' A B dicesi l'*evolvente*. È d'uopo che quando il filo giugne in C, la sua parte *m* B rimanga aderente: proseguendo a scostarsi da A B, quando perviene in D, rimanga fermo da *n* a B, e così via dicendo. Si comprende agevolmente che la nuova curva descritta dall'estremità del filo è sempre perpendicolare ne' suoi minimi tratti a quelli corrispondenti di filo staccato dalla evolvente, e da' quali si genera. Quindi nasce la seguente definizione.

Fig. 306.

1464. **Definizione.** *Evoluta* è la curva che passa per tutti i punti d'incontro delle normali infinitamente vicine, condotte ad una data curva (1). Onde *evoluzione* è lo svolgere il filo da una curva e fargli descriverne altra, detta *evoluta*.

---

(1) Vuolsi riconoscere all'HUYGENS la scoperta di questa curva.

1465. **I bocciuoli**, cioè que' denti destinati a cangiare il movimento circolare-continuo, comunicato dalla ruota, in *va-e-vieni* verticale, ossia moto rettilineo-alternativo del *pestello*, sono foggiati dietro l'evoluta del circolo. L'albero R (fig. 307) del molino a piloni, è munito dell'ala o bocciuolo ABCDE, il quale, mentre l'albero R gira, incontra la paletta orizzontale MN conficcata nel pilone PQ, onde lo innalza mano a mano finchè la paletta, pervenendo a toccare il punto E, sfugge dal bocciuolo, e il pilone ricade effettuando col proprio peso la percossa desiderata. Ora quella curva ACBDE è l'evoluta del circolo ST, base del cilindro ossia albero T, ed essa è adoperata così perchè l'impulso dato al pilone per elevarsi accada uniforme e senza urto. Conciossiachè l'azione è esercitata secondo le rette A*a*, B*b*, C*c*, D*d*, E*e*, e l'unica superficie che possa essere perpendicolare a quelle rette è quella foggiata sulla curvatura della *evoluta*.

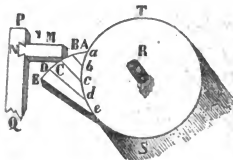
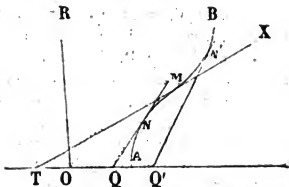



Fig. 307.

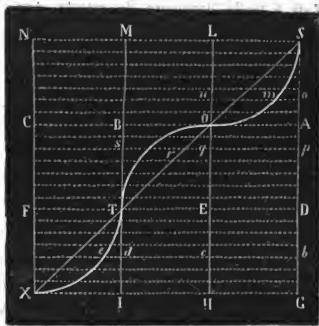
[10] Curve con inflessione.

1466. Il passaggio d'una curva dal concavo al convesso o viceversa, è designato da geometri col vocabolo d'inflessione, ed è argomento di rilievo per l'agronomo, nello studio in ispecie dell'orecchio dell'aratro. Il qual problema pur troppo d'ordinario si risolve assai disinvoltamente, adoperandosi in pratica un tavolo piano rettangolo comunque, il quale offre la doppia soddisfazione di stiacciare il terreno e crescer fatica agli animali ed all'uomo. Non saran dunque intempestive due parole su questo subbietto.

1467. Osservando la curva AB, troveremola concava rispetto alla OR (fig. 308) da B sino in M, e convessa da M sino in A. Dunque M è il punto d'inflessione. Ivi una linea TX è tangente ad ambedue le porzioni della curva, unico caso in cui una tangente tocchi una curva, e trapassi. Qualunque altra tangente come QM e Q'N' sarà bensì tangente dell'uno de' tratti QM, o BM della curva, ma non sarà vera tangente dell'intera curva come quell' unica la quale passa pel punto d'inflessione.

Fig. 308.

1468. Non m'intratterrò più oltre su queste curve, solo farò rimarcare la singolarità di molte, cioè delle più regolari che tra le infinite guise di curve sinuose, ponno farsi. Si costruisca la gola ST (fig. 308) mediante due quarti di circolo SO ed OT, descritti facendo centro in L ed E. Ora la curva SOT soddisfa alla condizione di allontanarsi ognor più dalla retta SAG di una quantità minima, la quale ha un rapporto inverso colla porzione di curva cor-

rispondente. Così la porzione S *m* tanto si allontana dalla tangente S G, quanto si discosta per l'altro verso la curva T *r* dalla sua tangente M I. Similmente se si consideri l'altra gola O T X, il tratto O *r* scostasi da una tangente O C come il tratto *e* X dalla tangente X G. Queste ed altre proprietà torneranno opportune nel III Libro, intorno la natura delle curve da adottare sotto certe condizioni, pe' così detti dirizzamenti degli alvei de' fiumi, non che per ispiegare il meccanismo delle battute e controbattute dell'acque correnti, onde si generano le *risvolte* o *lunate* nelle sponde, ed anco per alcuni casi di condotta dell'acque pluviali ne' campi pendii, per la più innocua loro discesa dai poggi.

Fig. 309.

[11] Riflesso pratico sulle curvature.

1469. Nello investigare la rispondenza degli archi colle corde (§ 1146, fig. 119) si rilevò che la corda di data lunghezza sottende arco tanto minore, quant'è maggiore il raggio del circolo cui quell'arco appartiene. Se in quella figura 119 si sostituisca all'arco E G F N un altro di circolo con raggio tanto maggiore di quello del circolo E G F N, quanto questo è maggiore dell'interno circolo O Q M R, sarà facile rilevare, quella corda X quasi confondersi nella curva del nuovo circolo di doppio raggio dell'E G F N. Lo che accade, perchè il grado di curvatura scema in ragione dell'ampiezza del raggio. Che se al punto X di quella figura s'immagini condotta una tangente, quando X sia il mezzo del piccolo arco sotteso da quella corda, la tangente sarà parallela alla medesima, e quanto più grande sarà il raggio del circolo, tanto più la corda gli si accosterà; in guisa che, quando il circolo sia di misura indefinita, cioè estesissima, e la corda conservi sempre quella minima primitiva lunghezza, non potrà materialmente descriversi, senza confonderla colla stessa tangente.

1470. **Angolo di contingenza.** Ma veggiamo una dimostrazione più geometrica. La tangente A B C (fig. 310) al punto A forma coll'arco di circolo A *n* un angolo *mistilineo*. Or questo dicesi di *contingenza*. Tra la tangente e il circolo, nel *punto* A *di contatto* non si può condurre alcuna retta. Tuttavolta si può far passare per quel punto una infinità di altri circoli come A *m*, E *n* ecc., e Newton ha dimostrato che questi angoli stanno tra loro

nella ragione inversa delle radici quadrate de' diametri, cioè

BA*m* : BA*n* :: $\sqrt{}$ AD : $\sqrt{}$ AE.

Fig. 310.

Egli è facile desumere da questa proporzione che, quando la disproporzione tra AD ed AE sia grandissima, l'angolo di contingenza fatto dal circolo maggiore colla tangente, sarà espresso da quantità sì minima da non potersi materialmente rappresentare.

1471. **Circolo osculatore.** A qual pro la nozione di questi angoli? La celebrità loro (1) non dee essere unica ragione per farne oggetto di studio. Intanto da quest' angolo di contingenza si comprende che significhi l'aggiunto d' *osculatore* dato dai matematici alle linee e superficie le quali in alcun punto, o meglio per qualche comecchè minimo tratto, si toccano. La tangente AB (fig. 311) dunque ha di certo modo per *osculatrice* la

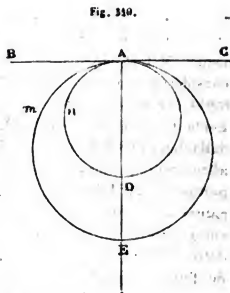
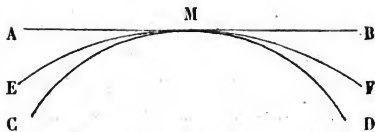



Fig. 311.

curva EF, come questa ha per *osculatore* il circolo CD. Se avessimo un poggio la cui superficie presentasse il contorno CMD, ognuno 'l vede, volendo ammendarne la forma per la coltivazione, l'adottare una curva osculatrice EMF importerà tanto minor dispendio che non il ridurla ad una retta AB, quanto è minore l'angolo EMC dello AME. Or questo caso non rado presentasi nella piccola e diligente coltivazione, ed a suo luogo la economia del terrapienare mercè la sostituzione della detta curva alla sua *osculatrice*, renderà comportevole l'averne qui fatto parola.

1472. Ma se non è ora l' emergenza di cotale applicazione, però di presente importa dedurne relazione, a mia stima, importantissima sulla curvatura in genere delle molte curve di cui s'è discorso, pel rapporto ch'hanno tra loro. Nel § 1246 il problema XXXVI dimostrò come descrivasi una circonferenza la quale passi per tre dati punti. Or ora parlando dell'angolo

(1) Non si comprende come tanto disputassero il PELLETIER, l'OZANAM, il WALLIS e il CLAVIUS, se sì o no quest'angolo di contingenza esistesse. Non è da far la quistione se una curva possa passare nel punto di contatto tra una tangente e altra curva. La questione è presto chiarita, quando la forma della curva può esser tale che l'angolo divenga indefinitamente minore di quello che aver possa una tangente con altra curva.

di contingenza, si rilevò tra l' arco di circolo e la sua tangente potersi condurre infiniti altri archi di circolo; cosicchè se la tangente sia di lunghezza limitata, vi potrà essere circolo di tal raggio di lunghezza infinita, che porzione del suo arco si confonda, almeno materialmente, con quella tangente. Che s'ha da conchiudere da queste due premesse? Null'altro, senonchè importare essenzialmente nelle meccaniche la differenza tra le diverse curvature delle disformi curve; ma nella pratica agraria potersi agevolmente o almeno di spesso sostituire alle medesime con archi di circoli i cui raggi sieno in competente proporzione coll'asse maggiore di quelle curve.

1473. Se potessi dilungarmi in discussioni analitiche, esporrei una applicazione della regola svelata dal Newton e al § 1470 riportata, e m'ingegnerei a dimostrare quali proporzioni tra i raggi e gli assi di date curve s'abbiano a preferire per descrivere un arco di circolo il quale sì prossimamente combaci porzione di data altra curva, da poterlosi praticamente sostituirglielo. Dico porzioni di curve, perchè sarà sempre impossibile trovare arco di circolo imitante la curvatura della intera ellisse o della doppia iperbole. Il mio assunto si limiterebbe al problema: Se, dovendosi nella pratica agraria descrivere la risvolta d'una sponda o quella d'un riparo idraulico, secondo porzione di curva, per esempio, parabolica, vi si possa sopperire con arco di circolo di più agevole delineamento.

1474. Rispetto però alle curve ellittiche non occorre per avventura occuparsi di tale sostituzione, perciocchè fo stima d'avere indicati sufficienti modi agevoli e pratici pel loro disegnamento. Rispetto alle altre curve, quali la parabola, la cicloide, la catenaria, tengo più opportuno farne parola ove ne occorrano quandochesia speciali applicazioni. Ora mi basti averne esposto il concetto, affinchè l'agronomo non impauri troppo delle presenti nozioni intorno a curve di cui era importante indagare le proprietà e la generazione, ma cui si potrà, come ho detto, agevolmente sostituire colla principale e più semplice, siccom'è quella del circolo, in tutto che concerna semplici operazioni rusticali.

1475. Nè per questo disgradino all'agronomo gli studii fin qui tratteggiati sulle belle curve descritte, e n'avrà soddisfacimento e vantaggio quando dovrà pur giudicare del merito e dell'effetto delle macchine agricole sia per *seminare*, per *raccogliere*, e per *trebbiare*, *ventilare* o *mondare* grani, sia per le agricole *arti* di cui al XXX Libro, oltre quelle per *lavori* e *trasporti* di terra, e per tutte le *rurali costruzioni*. Volendo valersene, dovrà procacciare che sieno adoperate ne' modi migliori per trarne effetti utili e completi ed apprezzerà la necessità di non essere affatto digiuno delle esposte nozioni intorno a curve di cui a primo aspetto non gli si appalesano tutte le applicazioni. Il perfezionamento delle macchine industriali inviterà sempre ognindì all'adozione di macchine rusticali, in ispecie ne' sistemi di grande coltura, e l'aratro stesso è una delle macchine che per avventura non raggiunse il suo pieno miglioramento, nè potrà conseguirlo senza il soccorso simultaneo della Meccanica e della Geometria delle curve. Il pittore, dicea Michelangelo, dee avere il compasso negli occhi: lo dee pure avere il bravo campaiuolo, ma colla guida delle discipline geometriche applicate all' arte sua.

[12] Misura delle Curve.

1476. **Ciclometria.** Del perimetro e dell'area del circolo, non che di porzioni di esso, si diè abbastanza chiara indicazione ai relativi paragrafi, come eziandio della ellisse e d' altre curve importanti. Resta solo da investigar alcuni elementi di relazione tra le medesime, perchè tornerà in molti luoghi assai vantaggioso l'averli in precedenza considerati. E innanzi tratto replicherò che la misura delle superficie piane curvilinee dipende sempre dalla esatta misura dei circoli, quale chiamano anche taluni *ciclometria*.

1477. Dopo avere detto a sufficienza sulla quadratura del circolo, ricorderò il metodo pratico del MARINONI (1), il quale consiste nel gittare del piombo ben puro in lamine sottili e passate pel laminatoio. Si taglia una laminetta della forma e grandezza della figura da misurare, e si pone sovra una coppa di bilancia, mettendo nell'altra tanti quadratelli d'egual lamina, grandi ciascuno come la unità di misura superficiale cui si vuole quella riferire. Ottenuto l'equilibrio, il numero dei quadratelli darà la misura ricercata, semprecchè le laminette sieno tutte d'uniforme omogeneità e spessezza. Altro metodo di divisione degli strumenti circolari venne insegnato dal celebre MAGISTRINI che unicamente cito (2), non potendo estendermi ad ulteriore descrizione. Dirò infine qual sia l'ingegno (§ 1429) dallo SCHNETTLER di BERLINO proposto di recente, sciogliendo il problema di dividere i lembi de' nonii (§ 1141) degli strumenti graduati, col sussidio del *Dagherrotipo*. Volendo dividere un archetto lungo, per esempio, un centimetro, in cinquecento parti, se ne compone uno rispettivamente eguale, ma di tal raggio da offerire una lunghezza, ad esempio, di 50 centimetri, il quale sarà quindi agevolmente divisibile in 500 parti. Questo si eseguisce dipingendolo sovra cartone o disco di rame argentato, e col *Dagherrotipo* si ottengono riprodotte le 500 divisioni in quel minimo arco di un centimetro, nel quale sarebbe stato difficilissimo segnarle esatte e discernevoli.

1478. Se taluno volesse nel podere disporne una tavola metrica ad orto, e facesse l' inchiesta: Qual è quella figura o forma che io debbo darle per avere il minor contorno possibile da ricignere di siepe? Rispondi prima; che, circa gli isoperimetri ossia figure di egual perimetro, GALILEO dimostrò, tra tutti i poligoni regolari isoperimetri, quello che ha maggior numero di lati esser massimo in area: di poi soggiugni il seguente

1479. **Teorema** CXIII. *Il* CIRCOLO *è la figura che ha massima area tra le figure qualunque che gli sono isoperimetre.*

Se infatti si confronti il quadrato con un circolo che abbia il diametro di 10 metri, e quindi la circonferenza o perimetro di metri 31, 4159 (§ 1397), quel quadrato, per essere isoperimetro, dovrà avere il suo lato di metri 7, 8539. Ora l'area di quel circolo sarà m.[i] qu.[i] 78, 5397 (§ 1402), mentre l' area del quadrato sarà soli m.[i] qu.[i] 61, 6837 (§ 1358), perciò di molto

(1) *De re ichnografica.* V. Maiocchi, Manuale citato, pag. 264.
(2) Opuscoli scientifici stampati in BOLOGNA, Tom. II, 1818, pag, 323.

minore di quella del circolo isoperimetro. Lo stesso si dimostra di qualunque altro poligono isoperimetro del circolo.

1480. Siccome poi il circolo equivale a poligono *infinitilatere*, quindi nasce di corollario che un poligono regolare quanto maggior numero di lati abbia, tanto ha maggior area e più s'accosta a quella, massima, del circolo isoperimetro.

SEZIONE IV.

Geometria de' solidi *ossia* a tre dimensioni.

ART. I. Solidi a superficie piane. — ART. II. Solidi a superficie curve.

1481. **Geometria nello spazio.** Posciachè investigaronsi punti e linee ne' rapporti a due sole dimensioni, è da far passo alla considerazione de' rapporti colle tre dimensioni dell'estensione. Quanto s' è tracorso nelle tre Sezioni anteriori, ha nome di GEOMETRIA PIANA; quanto farà subbietto della presente, lo ha di GEOMETRIA NELLO SPAZIO. Intitolazione la cui ragione verrà palese nella trattazione delle proprietà del punto, delle linee e delle superficie in rapporto alla loro vicendevole situazione nello spazio, e quindi della forma, del volume, della capacità de' corpi, tutti subbietto di questo ramo di Geometria, e fatta sempre astrazione della materia qualunque di cui possano essere composti.

1482. **Stereometria, cubatura** o *cubicazione*, è quel ramo di Geometria che dà le regole precise per ottenere la misura dello spazio occupato da un corpo solido regolare, o più generalmente, terminato da superficie geometricamente commensurabili, paragonando cotale spazio a quello occupato dal solido regolare chiamato *cubo*, cui si ritenga assegnato per lato l'unità di misura lineare.

1483. **Il poliedro** (§ 988) ch'abbia il minor numero possibile di facce, non può averne meno di quattro le quali saranno quattro superficie; e perciocchè con meno di tre rette non si può chiudere una superficie, perciò dovranno essere triangoli. D' onde il solido composto con quattro triangoli di cui ognuno serve di base, e gli altri vi si chiudono sopra in un comun vertice, appoggiando le loro basi a que'lati di quel triangolo ch' è preso per base, se però tutti questi triangoli sieno equilateri. Ed in questo caso il solido è un *tetraedro*. Ma vi può essere tal solido il quale abbia meno di *quattro*, meno di *tre* o anche meno di *due faccie*, perciocchè n'abbia *una* sola, come sarebbe una palla ossia la *Sfera*. Allora però di necessità entrano a comporre cotali solidi le superficie curve. Hannovi adunque due ordini di forme da investigare: quelle composte da sole superficie piane; l'altre, ove tutte o parte constano di superficie curve. Laonde l'uopo d'occuparsi d'ambo le specie, conciossiachè l'arte e la scienza rurale d'amendue si giovino. E comecchè lo studio de' corpi a superficie curve (1) sembri sortire da elementari disquisizioni,

---

(1) Il disegnare una superficie curva è problema in apparenza malagevole, e tale riesce in fatto quando s'ignorano l'elementari nozioni che seguono. Col soccorso della Geometria l'arti meccaniche sono pervenute a comporre macchine per costruire su-

quello ch' io trascelgo e che m'ho per dicevole all'agronomo nè gli si parrà intempestivo nè disagioso.

I solidi de' quali deve egli e vorrà conoscere più specialmente, sono il *prisma*, la *piramide*, il *cilindro*, il *cono*, la *sfera*. I primi due composti con facce terminate da rette, gli altri due di rette e curve, l'ultima di sola curva. Però si ha subito il concetto della somma relazione tra questi solidi dalla considerazione de' loro volumi. Infatti

Il volume del *prisma* e del *cilindro* eguaglia il prodotto della base per l'altezza;
» della *piramide* e del *cono* eguaglia il terzo del prodotto medesimo;
» della *sfera* eguaglia il prodotto della sua superficie pel terzo del suo raggio e pareggia due terzi del *cilindro*.

1484. **Ordinamento della Sezione.** Conseguente alle anteriori divisioni, distinguerò la Sezione presente in questi due Articoli:

Art. I. **Solidi a superficie piane;**
Art. II. **Solidi a superficie curve.**

comprendendo nel II Articolo anco i corpi composti di superficie parte piane e parte curve, siccome il *cono* ed il *cilindro*, non che un rapido cenno sulle superficie a doppia curvatura.

Art. I. Solidi a superficie piane.

1485. In questo primo Articolo dirò de' corpi geometrici a superficie piane, previa l'esposizione de' rapporti tra i piani e le linee, il tutto nell'ordine seguente:

[1] Il punto nello spazio;
[2] La linea ed il piano;
[3] Le perpendicolari e il piano;
[4] Le parallele e il piano;
[5] Angoli solidi;
[6] Il tetraedro;
[7] La piramide;
[8] Il prisma;
[9] Il parallelepipedo;
[10] Il cubo;
[11] Altri poliedri;
[12] Confronto tra le loro superficie;
[13] Confronto tra i loro volumi;
[14] Volumi e pesi.

perficie piane, sferiche, cilindriche ecc., e può vedersene la descrizione di quella dell'HOYAU nel *Bulletin de la Soc. d'Encouragement.* Paris, 1838, pag. 155 a 172, per tacere d'altre più recenti ma più complicate. Collo stesso sussidio, l'agronomo, come apparirà dal IV Libro e dal XIII, potrà con agevolezza ed economia dare a' suoi terreni la forma che le diverse circostanze di coltivazione rendono più convenevole.

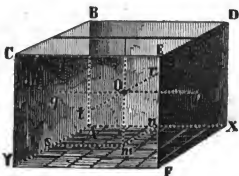
Se il leggitore avrà nel trascorrere queste nozioni tolleranza eguale allo studio ch' io vi posi, potrà convincersi di trarne pratica utilità, per la semplicità loro e per l'applicazione continua a rusticali argomenti. Tuttogiorno amministratori ed agènti campaiuoli sono costretti a valutare solidi, volumi e capacità, come suol dirsi, ad occhio; ma i più esperti eziandio sovente incolgono gravi errori. Il sussidio delle poche nozioni che seguono, comunque assai ristrette a fronte de' completi studii di GEOMETRIA, gioveranno a dirigere quella stessa pratica delle valutazioni ad occhio, e sovratutto nelle emergenze più gravi a conseguire l'esattezza di calcoli, senza la quale ogni risultato di rurale economia nel falso s'aggrava.

[1] Punto nello spazio.

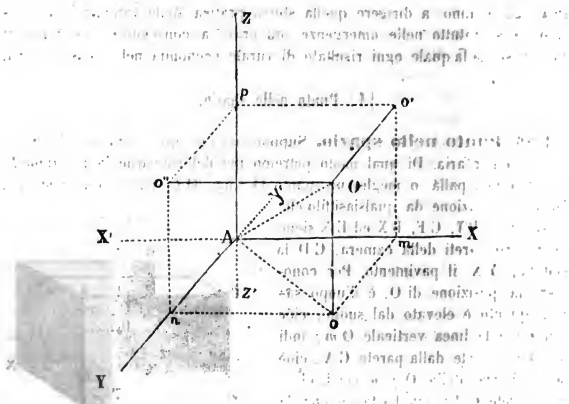
1486. Punto nello spazio. Supponghasi un punto nello spazio, quasi diremmo per aria. Di qual modo potremo noi determinarne la posizione?

Sia una palla o meglio un punto O (fig. 312) entro la mia stanza, facendo astrazione da qualsiasi filo che lo sostenga. B Y, C F, B X ed E X sieno le quattro pareti della camera, C D la soffitta, Y X il pavimento. Per conoscere la posizione di O, è d'uopo sapere quanto è elevato dal suolo, cioè conoscere la linea verticale O *m*; indi quant'è distante dalla parete C A, cioè la lunghezza della O *q* perpendicolare alla parete C A: non basta, è pur da notare la distanza dalla parete D X, cioè la lunghezza dell' O *r* ad essa perpendicolare. Evidentemente la posizione non sarebbe determinata, se ignorassi la distanza O *q*, perchè situato in qualunque punto della linea O *q p* non si altererebbe la sua altezza dal suolo, nè la sua distanza dalla parete B X. Se invece mancasse la misura O *m*, il punto O potrebbe trovarsi in qualunque punto della *m* O senz'alterare la distanza nè dalla parete B X nè dalla C A. Lo stesso accadrebbe rispetto alla parete C A ed al pavimento X Y, quando non s'avesse la distanza O *t*, perchè O può trascorrere tutta la *t* O *r* senza modificar la posizione rispetto alla C A ed alla X Y.

Fig. 312.

1487. Tutto questo discorso è bello e buono, semprechè quelle pareti sieno perpendicolari tra loro e col pavimento e col soffitto. Se ne trae nondimeno che due misure non bastano per determinare la posizione di O, cioè a dire, è indispensabile conoscere la sua distanza da tre piani, e questi perpendicolari tra loro. Ma nella stanza ho quattro pareti, la soffitta e il solaio: quindi ho sei piani. Potrò adunque prendere le sei distanze perpendicolari di quel punto O da que'sei piani. Però sarebbe opera gettata, perchè tre di essi sono paralleli, ciascuno a ciascuno, agli altri tre. Quando so l'altezza di O sopra *m*, la sua posizione non varia, ancorchè il piano C D parallelo al solaio X Y sia più o meno distante da O. Lo stesso è a dire della parete C F, la cui posizione non altera la distanza di O dal piano B X,

come non l'altera da C A l'altra parete E X. Dunque conchiudasi: *Per determinare la posizione d'un punto nello spazio, è necessario conoscere le sue distanze da tre piani dati, e basta.*

1488. Siano imperciò tre piani Y A Z, X A Z, Y A X (fig. 313) perpendicolari

Fig. 313.

tra loro, intersecandosi secondo le tre rette A Z, A Y, A X. Il punto O sia di nuovo considerato, e si chiamino le distanze sue da que' tre piani x, y, z. Se il punto O fosse nell'angolo A, evidentemente avremmo nulle quelle tre distanze, e perciò

$$x = 0,\ y = 0,\ z = 0;$$

se sia posto nel piano Y A Z, sarà solo $x = 0$; se nel piano X A Z, $y = 0$; se nel piano X A Y, $z = 0$.

Sia invece il nostro punto in O: immaginiamo tre piani paralleli a que'primi e passino per lo stesso punto O. Noi rileveremo allora che le distanze del punto stesso dai tre primi piani si ponno prendere sulle tre linee d'intersecazione loro, cioè sull' A Z, l'A Y e l'A X; perchè l'A m eguaglierà la distanza da Z A Y; l'A n quella da X A Z; e l'A p quella da Y A X: cioè sarà

$$x = \mathrm{A}m,\ y = \mathrm{A}n,\ z = \mathrm{A}p.$$

Queste x, y e z si chiamano le tre *coordinate* del punto; A X, A Y ed A Z i tre *assi coordinati;* il piano Y A Z, perpendicolare all'A X asse delle x, dicesi *piano delle* $y\,z$*;* il piano X A Z, perpendicolare a quello delle y, è il *piano delle* $x\,z$*;* l' ultimo X A Y (ordinariamente orizzontale) è il *piano delle* $x\,z$.

Dunque, mentre un punto in un piano ha due coordinate (§ 1383), il punto considerato nello spazio ne ha tre. Or io passo alla linea.

[2] La linea e il piano.

1489. **Piano** *è la superficie sulla quale una linea retta può applicarsi in tutti i sensi.*

Per conoscere se un tavolo, se una superficie qualunque è realmente piana, il mezzo più comune è applicarvi sopra per tutti i versi lo spigolo d'una riga o d'un regolo, e non si rileva essere perfettamente piana se non quando il filo dello spigolo in tutti i loro punti la tocca. Questa retta ch'è quello spigolo, se il piano è perfetto, o lo toccherà con un solo punto, o se lo tocca con più d'uno, lo deve quindi toccare con tutti.

Dunque *una retta non può incontrare un piano che in un solo punto, a meno di non essere tutta intera in esso piano.*

1490. **Teorema** CXIII. *Occorrono almeno tre punti che non sieno in linea retta per determinare un piano.*

Due punti (§ 1051) bastano per determinare una retta. Ma nello stesso modo che la banderuola I (fig. 314) nel girare attorno al suo perno P a mercè delle varie direzioni dei venti può fissarsi in infiniti modi, secondo gl'infiniti punti del circolo B S E ecc., sempre su quella stessa retta P F ch'è il perno attorno cui s'aggira; così può concepirsi una infinità di superficie piane cui appartengano i due punti, i quali determinano quella retta. Solo col sussidio d'un terzo punto fuori di quei due, quando lo stesso piano passerà pel medesimo, allora la sua posizione sarà stabilita.

Fig. 314.

1491. **Teorema** CXIV. *Due piani che hanno tre punti comuni, i quali non sieno nella stessa retta, coincidono in tutta la loro estensione.*

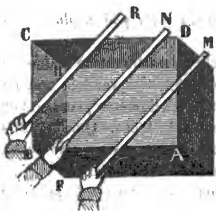
Quando quel piano che suppongasi girare attorno una linea, incontra un terzo punto fuori di essa (ed intendasi fuori di qualunque suo prolungamento), se un altro piano debba pure passare per quella linea e nello stesso tempo per quel terzo punto S, non potrà in quella posizione che confondersi con quel primo piano. La banderuola I non può che d'un sol modo soddisfare alla condizione di appartenere al suo perno, e collocarsi toccando quel terzo punto S che ne determina la posizione. È d'uopo in questi consideramenti fare astrazione completa dalla grandezza qualunque del piano, solo riguardando alla forma della sua superficie.

1492. **Teorema** CXV. *Due rette che si tagliano determinano un piano.*

1493. **Teorema** CXVI. *Due parallele determinano un piano.*

Per comprendere questi teoremi si osservi al fabbricatore di mattoni. Riempiuta la forma A B C D (fig. 315) di terra, per toglierne il colmo, col regolo M esso l'agguaglia, e col suo movimento passando per N e per R dà a quella terra la superficie piana. Questo regolo da prima striscia sulle due rette o spigoli contigui A B ed A D: continuando scorre sulle due parallele A B e D C, ed infine sulle due contigue D C e B C. La superficie

adunque del mattone è determinata sia dalle due rette A B ed A D ovvero B C e D C, che si tagliano (e ciò secondo il Teor. CXV), sia da due parallele come esprime il Teor. CXVI, cioè dall'A B e D C.

Fig. 315.

Supponiamo ora affatto levate le pareti della forma, e la terra sia una massa qualunque, purchè vi si imprima sopra la linea A B. Il regolo M potrà, senza il soccorso degli spigoli A D, D C e B C, fare la stessa operazione di prima, cioè spianare d' egual modo quella terra, semprechè nel muovere quella retta ch'è lo spigolo del regolo M, le si faccia conservare la stessa posizione rispetto a quella A B, durante il movimento con cui striscia sulla medesima. Ecco dunque altra prova delle due linee (Teor. CXV), che bastano per determinare un piano.

1494. Per segare un pezzo di legno squadrato, il falegname segna una linea, e il taglio della sega è come una retta la quale scorre lungo quella linea, e forma così il piano della tavola che stacca da quel pezzo di legno. Questo il caso delle due linee quali realmente si segano. Ma per operare più esattamente, il falegname o il segantino sul tronco naturale tracciano due linee, una davanti e l'altra a tergo, e la terza linea, cioè quella de' denti della sega genera il piano delle due porzioni divise dalla sega. Sia ben fisso in questo luogo il concetto importante, che nell' aprirsi quel fusto in due parti, noi abbiamo il piano stesso della sega, o meglio, possiamo concepire un piano determinato dalla linea della sega e da quella sulla cui direzione procede il suo movimento. Questo piano poi realmente opera la sezione di quel corpo: e questo corpo, in causa di cotale sezione, offre due nuove superficie, cioè due piani conformi a quello stesso fatto dalla retta segante secondo l'altra linea retta cui si è conformata la direzione seguita nel suo movimento.

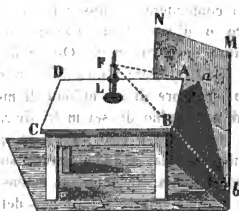
1495. **Teorema** CXVII. *L'intersezione di due piani è una linea retta.*

Quella linea A B che nella stampa da mattoni fa parte del suo piano A E B F, appartiene pure al piano A D B C impresso, mediante il regolo M, alla terra contenuta nella forma. Così la G E ch'è l' intersezione del fondo colla parete G E A D, appartiene a questo piano ed eziandio a quello componente il fondo della cassa o forma anzidetta.

Che fa egli il falegname per comporre una riga? Dopo appianata la faccia più larga, vi traccia sopra una linea retta, secondo la quale appiana l'altra faccia più stretta o diremo il lato più sottile del regolo.

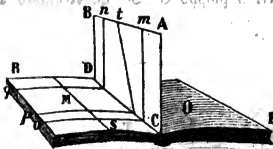
1496, Sta un lume acceso (fig. 316) sopra una tavola; i raggi luminosi partono dalla fiammella F e radono lo spigolo A B della tavola; e' sono nel piano che passa per la linea A B e il punto F. Se la tavola è sì presso al muro verticale M N da proiettarvi l'ombra sua, questa sarà terminata da una linea *a b*. Ora questa linea di separazione tra l'ombra e la parte illu-

minata del muro, è l'intersezione del piano MN del muro con quello *ab*F de' raggi luminosi. Disponi la tavola a modo che l'AB sia perpendicolare oppure obbliqua colla direzione del muro, o anche sostituisci al muro un piano qualunque ancorchè non verticale, la linea *a b* sarà tuttavia una linea retta, tale essendo sempre l' intersezione di due piani.

Fig. 316.

[3] Le perpendicolari e il piano.

1497. **Perpendicolare** è una linea ad un'altra quando non inclina su di essa nè da una parte nè dall'altra (§ 1006). Ma la perpendicolare ad un piano, deve essere tale per due linee almeno di esso piano.

Se in questo libro (fig. 317) sollevo il foglio A B a modo che esso non penda nè verso la pagina M nè verso la pagina O, questo foglio mi porge l'idea del piano A B C D perpendicolare al piano C D P R della pagina M, ed in pari tempo a quello della pagina O (Fo sempre astrazione dalle irregolarità che presenta la superficie del libro, e dall'essere più o meno alta l'una o l'altra pagina secondo il modo con cui il libro sia aperto). Ora nella pagina A B vi ponno essere linee *m* ed *n* perpendicolari alla C D, come ve ne può essere una *t* inclinata, o di qualsisia modo obbliqua.

Fig. 317.

Ecco adunque la linea *t* perpendicolare rispetto alle linee *o*, P, *q* del piano C D P R, ma obbliqua per la C D, M S ecc. Dunque la vera linea perpendicolare al piano P E, sarà quella *m* o quella *n* ecc., ch'oltre all'essere tale rispetto a una linea *o*, ovvero P qualunque, lo sia pure per un'altra C D, o qual si sia, purchè ambedue passino pel piede della medesima perpendicolare.

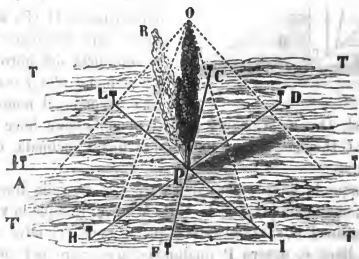
1498. **Orizzontale e verticale.** La differenza tra verticale e perpendicolare fu già prefinita al § 1101. Superficie orizzontale è quella dell'acqua d'un lago, d'una peschiera o del mare, semprechè sia in quiete. Nel qual caso, come insegna la fisica, tutti i suoi punti sono equidistanti dal centro della terra. Perciò, rigorosamente parlando, la superficie *orizzontale* non è superficie piana, ma sì di natura curva. Senonchè, quando non si tratti di estensioni rilevanti a confronto della grandezza del raggio della terra, le superficie *orizzontali* limitate, ritengonsi sensibilmente siccome piane, e tali saranno quando scandagliate coll'*archipenzolo* (§ 1102) facciano angolo

retto col *piombino* di esso, qualunque sia la direzione della linea secondo la quale l'archipenzolo stesso si faccia poggiare sul terreno.

Il confondere la superficie in realtà convessa dell'acqua tranquilla d'un macero o d' uno stagno con quella d'un piano, nasce da riflesso sulla curvatura delle superficie. Quella dei cerchi è in ragione inversa dei loro raggi (§ 1469). Perciò uno dei cerchi massimi del nostro globo avendo il raggio maggiore di sei milioni di metri, è un milione di volte meno incurvato d' un cerchio di sei metri di raggio. Quindi la curvatura della terra riesce insensibile, e solo s'appalesa quando si riguardi a superficie per vista d'occhio illimitata, come un grande spazio di mare, un'immensa pianura, un deserto di sabbia. Nelle minori estensioni noi confondiamo un piccolo tratto in un minimo latercolo rettilineo del grandissimo cerchio del globo.

Per concepire poi come un punto qualunque possa muoversi mantenendosi in un piano *verticale* a data linea, basta riguardare a ruota che giri attorno al suo asse, al quale sia, come per l'ordinario, perpendicolare. La macina mobile del mulino gira in modo che il suo piano inferiore resta sempre in ogni suo punto alla stessa distanza del piano superiore della macina fissa.

1499. Onde apprezzare la verità de' Teoremi che seguono, ed applicarvi le dimostrazioni già date nella Sezione II relativamente alle sole linee, l'agronomo si valga di questa considerazione. Supponga il piano della campagna T T T T (fig. 318) orizzontale, e siavi il pioppo O. Se quest' albero è

Fig. 318.

verticale, osservandolo da A o da qualsiasi altro punto H, F, E ecc., lo ravviserà sempre verticale. Se invece sia alquanto inclinato come in R, vi sarà ognora un punto A, o piuttosto una linea A B, su cui collocandosi, l'albero gli apparirà verticale, mentre in qualunque punto si ponga fuori di quella linea, s'accorgerà subito dello *strapiombo* del medesimo. Riduciamo l'idea del pioppo O a quella d'una linea, l'idea della campagna T T T a quella d'un piano. Le nozioni date nella Sezione II intorno alle proprietà delle linee, dopo averle applicate riguardando la P O nel solo rispetto della linea A B, si deono pure applicare riguardando la stessa P O, anche

nel rispetto della CF, o altra HD qualunqne; e con alcun poco d'attenzione l'agronomo comprenderà da se stesso le proposizioni seguenti, la cui dimostrazione sarebbe noievole, e trarrebbe a lungaia.

1500. **Teorema** CXVIII. *Per un punto dato fuori d'un piano, non può abbassarsi sul piano medesimo che una sola perpendicolare* (Si applichi il Teorema XV, § 1090).

1501. **Teorema** CXIX. Inversamente, *per un punto di una retta non può passare che un sol piano perpendicolare alla medesima* (Si applichi il Teorema XIV e XV, §§ 1089 e 1090).

1502. **Teorema** CXX. *Da un punto fuori di una retta non può condursi che un solo piano perpendicolare alla medesima* (Discende dal Teor. CXVIII).

1503. **Teorema** CXXI. *Qualunque linea condotta da un punto fuori d'un piano a questo piano medesimo, è più lunga della perpendicolare* (Si applichi il Teorema XVI, § 1091).

Corollario. Quindi la vera distanza di un punto da un piano è la lunghezza della perpendicolare abbassata da quel punto su quel piano.

1504. **Teorema** CXXII. *Le oblique* A B, A C, A D ecc. (fig. 319) *egualmente distanti dal piede* O *della perpendicolare* A O *calata sopra un piano* M N *da un punto* A *comune a quelle oblique, sono tutte eguali* (Si applichi il Teorema XVII, § 1092 e seguenti).

Corollario. Se dal piede O (fig 319) *della perpendicolare, con raggio qualunque* O B, *descrivasi una circonferenza* B D C, *tutti i punti della perpendicolare saranno ad eguale distanza da tutti i punti della circonferenza.* Infatti da qualunque punto *m* calate le obblique *m* D, *m* B ecc., esse saranno tutte eguali, perchè tutte cadono egualmente distanti dal piede O.

Fig. 319.

1505. **Teorema** CXXIII. *Le oblique sono tanto più lunghe quanto più s'allontanano dal piede della perpendicolare* (Si applichino i Teoremi XIX al XXVI sulle parallele). Così l'A I è più lunga dell'AC, perchè I O > C O.

1506. **Problema** LXXXIII. *Da un punto dato in un piano elevare su di esso una perpendicolare.*

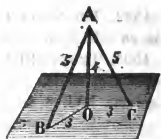
La risoluzione pratica si eseguisce colla doppia squadra A O B C (fig. 320),

Fig. 320.

ovvero A D B C. I lati B O ed O C deono coincidere col piano M N, e il punto O

col punto indicato. L'A O è la chiesta perpendicolare per la squadra A O B C, come l'A D per l'altra A D B C. Per rilevare se le squadre sono esatte, nè l'A O, nè l'A D deono variare per quanto si girino esse intorno a que' punti O ovvero D.

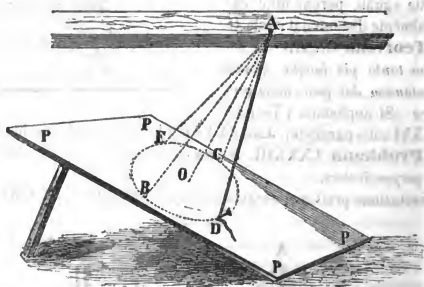
1507. Altro modo presenta l'impiego di tre gugliate di filo, o se meglio torni in acconcio di tre brandelli di spago. Si tracciano due rette O B ed O C comunque ad angolo nel punto O (fig. 321) ed eguali amendue a 3 unità di lunghezza. Due gugliate, lunghe ciascuna 5 unità, si fissano con un capo ciascuna in B e C, mentre affermasi in O la terza gugliata lunga solo 4 unità. Riuniti insieme gli altri tre capi in A, e tutti tesi egualmente, lo spago O A seguirà la direzione della linea perpendicolare. Il Problema § 1221 dell'ipotenusa, non che il § 1227 danno la dimostrazione del presente.

Fig. 321.

1508. **Riflessi.** Il poter disporre la doppia squadra A O C (fig. 320) con direzione qualunque, salvochè O combaci col punto proposto, è ulteriore prova del Teorema CXIX.

La direzione qualunque dell' O B ed O C nell' impiego de' tre pezzi di fune o di gugliate, dimostra essa pure quel Teorema CXX, mentre l'egual lunghezza dell' A B e dell' A C confermano l'altro CXXII, sull'obblique equidistanti dal piede della perpendicolare.

1509. **Problema** LXXXIV. *Da un punto fuori d'un piano abbassare su di esso una perpendicolare.*

Riguarda la figura 322. Con gugliata A D, fissa l'un capo al dato punto A,

Fig. 322.

descrivi nel piano P P P P il circolo B D C F; chè il centro di questo sarà il piede della perpendicolare indagata. Lo che però vorrai eseguire tenendo la gugliata egualmente tesa, e descrivendo sul piano comunque inclinato P P P P quel circolo coll'estremo D invariabile, dovendo la lunghezza A B, o A C, o A F procedere sempre identica a quell'AD.

1510. Vuoi conoscere se il muro M M (fig. 323) sia *in piombo?* Fissa con chiodo l' estremo d' uno spago, per esempio, in O, e coll' altro capo descrivi sul piano orizzontale il semicircolo A C B. Dal punto D, nel mezzo esatto della A B, devi trovare l' egual distanza D A da qualunque punto C della curva A S C B. Che se il muro penda allo innanzi, troverai que' punti della curva e quello C di mezzo in ispecie, distanti da D più di A e di B; e il converso, se il muro stesso declini allo indietro.

Fig. 323.

1511. **Problema** LXXXV. *Per un punto dato in una retta, condurre un piano perpendicolare alla medesima.*

Si dee apprenderne la soluzione, per non rovinare i fusti nel dividerli in varii tronchi. Un pezzo di legno presenta in A D (fig. 324) la linea d'intersezione delle due facce F e G: per tagliarlo nel punto O secondo un piano perpendicolare all' A D, si tracciano la O B sull'una faccia, e la O C sull'altra, elevandole perpendicolari all'A D. La sega passando per quelle due linee, fa il taglio secondo il piano perpendicolare all'A D medesima. Quando si vuol tagliare un albero in piedi, nel mezzo ad altri in selva o ceppaia senza estrarne il corpo della radice, si suole adoperare la sega. È questo appunto il problema di far passare per dato punto dell'albero, cioè a fior di terra, un piano normale al medesimo. Ma d' ordinario non si eseguisce il taglio orizzontale, ossia perpendicolare all' asse del fusto della pianta, in causa della scomodezza di segarlo rasente il suolo. Pel qual motivo si lascia attaccata al ceppo una zeppa di legno che non dovrebbe rimanervi, e nel fusto si perde una lunghezza eguale all'altezza di quella zeppa. Nel XXIII Libro alla III Sezione, dirò quali debbano costruirsi le grandi seghe da ciò.

Fig. 324.

1512. *Più generalmente* è d'uopo condurre due piani qualunque A M N D e A P Q D (fig. 325) lungo la data linea A D (come le due facce F, G rispetto alla A D) e su di essi dal dato punto tracciare le due rette perpendicolari (T O ed O C) alla linea medesima cui sarà perpendicolare quel piano X Y che passi per le indicate perpendicolari.

Fig. 325.

1513. **Problema** LXXXVI. *Da un punto fuori di una retta, condurre un piano ad essa perpendicolare.*

È d'uopo condurre un piano M N A D (fig. precedente) che passi pel dato punto C e per la data A D, e tracciare su quel piano la C O perpendicolare alla stessa A D; dipoi, condotto altro piano A P Q D e tracciatavi l'altra O T perpendicolare all' A D medesima, le sarà pure perpendicolare il piano X Y che passi per quelle due rette O C ed O T.

[4] Le parallele e il piano.

1514. **Teorema** CXXIV. *Due perpendicolari ad un piano sono parallele tra loro.*

1515. **Teorema** CXXV. Inversamente, *se due rette sono parallele, il piano perpendicolare all'una lo è pure all'altra.*

Il tronco di trave riquadrata A F (fig. 326) ha i suoi spigoli paralleli A B e C D perpendicolari alla faccia di testa T, ossia al piano D B E F, s'esso è tagliato perpendicolarmente all' A B o alla C D. Tanto è retto l'angolo A B D, come l'A B E, come il C D B e il D B E ecc.

Fig. 326.

1516. **Teorema** CXXVI. *Una retta parallela a due piani che si taglino, è parallela alla loro linea d'intersecazione.*

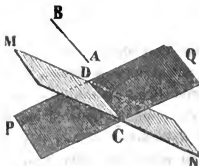



Fig. 327

Se l' AB (fig. 327) è parallela ai piani M N e P Q deve essenzialmente essere parallela alla C D, linea d'intersecazione, perchè appartenente ad amendue i piani.

Avvertenza. Non credo necessario estendermi in dimostrazioni di questi teoremi, perchè discendono evidenti dalle stesse proprietà delle parallele.

[5] Angoli solidi.

1517. Come due linee parallele non ponno giammai incontrarsi, lo stesso accade di due piani tra loro paralleli.

1518. **Angolo diedro** chiamasi l'angolo formato da due piani nella loro linea d'incontro. Esso è dunque la quantità più o meno grande di cui due piani non paralleli ponno inclinarsi l'uno rispetto all'altro. Se due piani A D E ed A G H (fig. 328) si tagliano tra loro secondo l'A H, sarà A D O H E G, cioè lo spazio angolare tra i medesimi, l'angolo *diedro:* la retta A H è il suo *vertice* o *spigolo* o anche *traccia;* i due piani A E ed A G ne sono le *facce.*

Fig. 328.

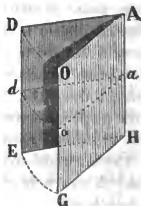
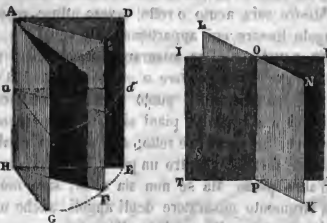
Per quello spigolo ponno passare infiniti altri piani: quando perciò ne passino soltanto due, come A G ed A E, l'angolo è designato colla sola indicazione

dello *spigolo* A H: quando passi un terzo piano A F (fig. 329), quell' angolo

Fig. 329.

vuolsi designare colle stesse lettere A H, aggiugnendovi due lettere spettanti ai piani che lo compongono. Perciò con que' tre piani abbiamo tre angoli *diedri* specificati con D A H G, D A H F e C A H G.

Supponi un piano O K il quale giri attorno alla retta O P tracciata in un piano immobile I R. La retta O N, se si fermi egualmente distante da M che da I, sarà perpendicolare alla linea I O M, e quindi al piano I R: laonde movendosi colla O N tutto il piano O K, esso pure sarà contemporaneamente perpendicolare all' I R. Dunque l'angolo *diedro* è proporzionale all'angolo lineare fatto tra loro dalle rette condotte in ciascun piano perpendicolarmente alla loro comune linea d'incontro o d'intersecazione.

1519. **La generazione dell'angolo diedro** è adunque analoga a quella dell' *angolo piano rettilineo*, potendo concepirsi descritto da un piano *generatore*, che giri attorno ad una retta situata in un piano *direttore* immobile.

1520. **Teorema** CXXVII. *Il piano che passi per la* bissettrice *dell'angolo lineare divide pure in parti eguali l'angolo* DIEDRO.

Consegue dal § 1163 e dal § 1200 per applicazione del TEOREMA LIV.

1521. **Teorema** CXXVIII. *Per quanti piani s'incontrino in una sola linea, la somma degli angoli diedri attorno a quel vertice è eguale a quattro angoli retti.*

Discende dal TEOREMA XII, § 1087, e Teor. XIII, § 1088.

1522. **Teorema** CXXIX. *Gli angoli diedri opposti al vertice sono eguali tra di loro.*

Risulta dal TEOREMA VIII, § 1080.

1523. **Teorema** CXXX. *Gli angoli alterni fatti da un piano che ne tagli due altri paralleli, sono eguali.*

Se ne inferisce la dimostrazione dalle proprietà delle parallele, svolte al § 1123 e seguenti.

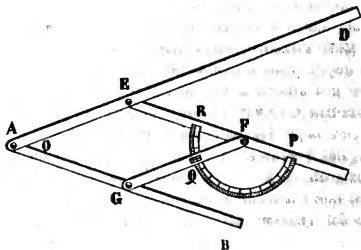
1524. Gli altri TEOREMI relativi agli angoli piani s'applicano agevolmente ai *diedri* senza uopo di ulteriori lungherie per dimostrarli. Non per questo la loro considerazione è meno importante, e nelle nozioni più essenziali di cristallografia se n'avrà utile conferma.

1525. **Misura degli angoli diedri.** Riguardando all'angolo diedro D A H G della penultima figura 328, le rette A D ed A O perpendicolari

allo *spigolo* A H danno nell'angolo lineare O A D, ossia nel corrispondente arco di circolo O D, la sua misura. Quell' angolo lineare è lo stesso per tutti i punti dello *spigolo* o *vertice* A H, e l' *a o* come l' H G, condotte parallele all' A O, ne danno la prova descrivendo identici archi *o d* e G E. Perciò l'angolo *diedro* sarà acuto o retto, ovvero ottuso, secondochè e quanto lo sarà quell'angolo lineare cui appartiene.

1526. **Misura pratica.** Per misurare l'angolo fatto tra loro da due piani si può adoperare il *rapportatore* o *quadrante* (§ 1274), quando esso si possa collocare col suo centro nel punto A di quella figura 328; ma è necessario che i lembi o confini de' piani sieno rette perpendicolari a quella di loro intersecazione. Se l'angolo è retto, una squadra qualunque può verificarlo: collocandone un regolo contro un piano, l'altro regolo dovrà coincidere esattamente coll'altro piano. Ma se non sia retto, sarà molto opportuno il *goniometro*, ossia strumento misuratore degli angoli, anche utile per levare figure di fabbriche o scarpe di sponde o di argini.

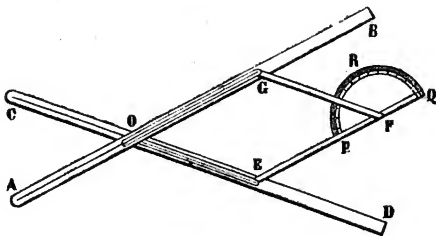
1527. **Goniometri.** Riserbando a suo luogo di memorare i goniometri dell' Haüy, del Wollaston, del Mitcherlich, del Babinet e d'altri per le necessarie nozioni cristallografiche, dirò cenno del goniometro, invenzione del Professore Majocchi (1) a perfezionamento utilissimo del goniometro dell'Amaldi. Due regoli di legno o di metallo (fig. 330) impernati in O, hanno ad un terzo della loro lunghezza, mercè altri due perni E e G, congiunte

Fig. 330.

due verghette metalliche E F e G F, a modo che E F = E G = E A = G A, e queste pure impernate in I. I regoli A B e A D hanno una scanalatura che passa da parte a parte, e si estende per due terzi della loro lunghezza. Perciò, portando il perno O sul terzo della loro lunghezza, i regoli possono scorrere l'uno sull'altro e prendere la figura di X (fig. 331), anzichè quella precedente di V (fig. 330). Il perno O è poi unito agli altri due E e G per mezzo di piccole lastre metalliche, onde la distanza tra loro rimane sempre la stessa. Un semicerchio graduato P Q R è assicurato ad una delle verghette E F, o G F.

(1) Majocchi, *Elem. di Geom.* per le arti e pei mestieri. Milano, 1832, pag. 171.

1528. Sia da misurare l'angolo interno di due muri: colla disposizione a V (fig. 330) si aprano i regoli A B ed A D sinchè vengano a combaciare coi due piani: si avrà dunque l'angolo O. Ma l'angolo F è suo opposto nel rombo O E F G; perciò, essendogli eguale (§ 1213), darà nel semicerchio graduato P R Q la misura di quello.

1529. Sia invece da misurarne l'angolo esterno: data allo strumento la disposizione X (fig. 331), applicati ai due piani i due regoli C O ed A O,

Fig. 331.

l'interno angolo G F E del rombo O F indicherà nel semicerchio P R Q i gradi dell'angolo A O C investigato.

Infine si voglia usare semplicemente dello strumento V (fig. 330) anco pegli angoli saglienti, risparmiando le scanalature e le liste metalliche onde i perni sono congiunti tra loro. Soltanto basta lo applicare i lembi della porzione E D di regolo, e della verga E P perchè l'angolo D E F sarà misurato dal suo eguale E F G (alterno opposto tra due parallele), il quale sarà espresso in gradi dal semicerchio P Q R.

1530. **Angolo triedro.** Tre angoli piani abbiano un comun *vertice* e s'intersechino due a due, ne risulterà il più semplice di tutti gli angoli *solidi*, cioè di tutti i sistemi di superficie angolari che hanno un *vertice* comune e limitano tutto all'intorno uno spazio, lasciandolo indefinito soltanto dalla parte opposta al vertice. Quest'angolo solido dicesi *triedro.* Alcuni geometri poi proposero di chiamare l'angolo *solido* col nome di *angloide.*

Se immaginiamo la punta di una piramide composta di tre *facce*, senza tener conto della sua *base*, avremo più chiara idea del *triedro*, del quale l'offre pure la fig. 332. Le sue *facce* sono i piani A S B, B S C, A S C; i suoi *spigoli* sono le intersezioni S A, S B, S C delle sue *facce;* il suo *vertice*, il punto nel quale concorrono le suddette facce. Per designarlo geometricamente, talora s' indica colla sola lettera posta al vertice, tal altra, se sia necessario, vi si aggiungono altre lettere poste sugli spigoli, onde il triedro dell'accennata figura dicesi *triedro* S, ovvero *triedro* S A B C.

Fig. 332.

1531. Se tre piani passino per quel punto S. formando colle loro intersezioni tre distinte linee rette A A', B B', C C', come nella fig. 333, allora formano 8 *triedri* de' quali la figura lascia vedere i quattro anteriori, S A B C, S A B' C, S A' B' C, S A' B C.

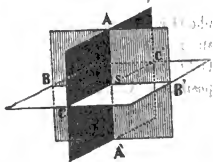
Fig. 333.

1532. **Angoli poliedri.** Un numero maggiore di piani, i quali passino per uno stesso punto, determinano un angolo *poliedro*. Basterà la figura 334 per darne idea. I piani A S B, B S C, C S D, D S E, E S A sono *facce* dell'angolo *poliedro;* le loro intersecazioni S A, S B, S C, S D ne sono gli *spigoli*, ed S il *vertice*. Anche in questo caso come nel *triedro* si fa astrazione dalla lunghezza degli spigoli. I cristalli, ed in ispecie i diamanti, offrono esempi d'angoli poliedri, de'quali troveremo pure l'applicazione in alcune parti di strumenti e macchine rurali. Scende poi dal § 1521 che *tutti gli angoli piani che formano un angolo solido, presi insieme, sono minori di quattro retti*. Infatti, se s' immagini l' angolo solido schiacciato e disteso sovra un piano, le sue *facce* comporranno tanti angoli attorno ad un sol punto. Ma questi angoli dovranno divergere più o meno l'uno dall'altro coi loro lati; altrimenti non potrebbe quel punto sollevarsi dal piano, e que' lati inclinarsi sul piano medesimo, come richiede la natura dell'angolo solido. Dunque, siccome la somma di tutti gli angoli che ponno descriversi attorno ad un punto in un piano (§ 1088) equivale a quattro angoli retti, perciò la somma di quelli componenti un angolo solido sarà minore della somma di quattro angoli retti.

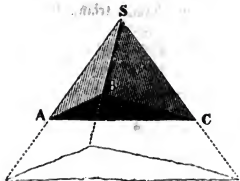
Fig. 334.

[6] Tetraedro.

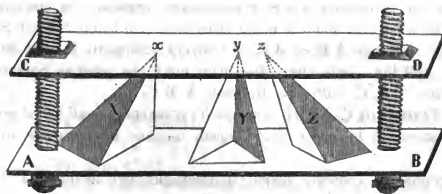
1533. Come il numero dei lati distingue le figure rettilinee, così quello delle facce o piani, onde si limita un solido, ne offre la designazione. Valendosi della voce *edra* (§ 988), un corpo terminato da un numero qualunque di superficie piane, dicesi *poliedro*: se di 4 facce, *tetraedro;* se di 5, *pentaedro;* se di 6, *esaedro;* di 7, *ettaedro;* di 8, *ottaedro* ecc., come *icosaedro* il solido composto di venti facce. Non però a tutti i corpi, cotesti nomi s'attagliano, sì bene a quei soli le cui facce sieno tutt'eguali tra loro, e così le basi, quando il corpo ne abbia più di una. Il *tetraedro* ci si offre il primo, come quello che ha minor numero di facce; e dicesi anche comunemente *piramide triangolare*. Della quale però dirò partitamente, sponendo prima i teoremi più generali del *tetraedro*, onde facilmente discendono quelli relativi agli altri *poliedri*.

1534. **Angoli e spigoli.** Si è detto non occorrere meno di quattro piani per racchiudere uno spazio. Quando adunque l'angolo *triedro* (§ 1530) abbia limitate le sue facce, mediante un quarto piano che le intersechi, si avrà il corpo geometrico detto *tetraedro*. Perciò, se l'angolo *triedro* della fig. 332

abbia le sue tre facce S A B, S B C ed S A C tagliate da un piano che passi pe' punti A, B e C (fig. 335), sarà un corpo a quattro *facce* ed altrettanti angoli triedri, cioè S, A, B e C. La natura ci offre esempi di questi corpi in certi cristalli di *zinco solforato* e nei cristalli di *rame bigio*. Or quanti sono gli *spigoli* di questo corpo? Evidentemente gli angoli *diedri* che ci presenta sono sei, cioè A S, S B, S C, B C, B A ed A C: dunque sono pure altrettanti gli spigoli del *tetraedro*.

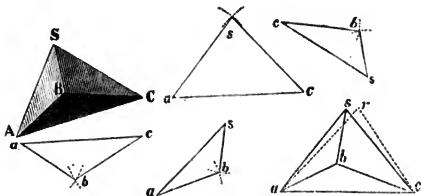
Fig. 335.

Base ed altezza. Facciamo supposito che il piano A B C sia orizzontale, allora questo sarà la *base*, e S, angolo triedro opposto a quella base, sarà il *vertice* del *tetraedro*. Cotale supposito è però indifferente, purchè il piano che si vuole assumere per base sia quello opposto all'angolo *triedro*, quale vuolsi avere in conto di vertice, e a vicenda. Laonde S B A sarà la base, se C sia il vertice; o viceversa A il vertice, se S B C la base ecc. Quindi traesi l'idea dell'*altezza* di questo corpo, la quale è *la distanza tra il vertice e la base,* o quanto dire la lunghezza della perpendicolare abbassata dal *vertice* sul piano di quella *base*. Quando perciò due *tetraedri* sieno eguali, avranno necessariamente la stessa *altezza*, perchè havvi una sola perpendicolare che possa condursi da un vertice comune a una base comune.

1535. **Determinazione delle altezze.** Siccome si potrà sempre disporre orizzontalmente una delle facce del tetraedro, noi possiamo concepire una infinità di tetraedri che abbiano la stessa altezza, quantunque diversamente conformati. S' immagini il torchio A B C D (fig. 336) sul cui

Fig. 336.

piano inferiore A B sieno collocati i tetraedri x, y e z, sulle loro basi, semprechè il piano superiore C D, calato parallelamente all'inferiore A B, incontri il loro vertice, ne arguiremo essere eglino tutti di altezza eguale, per quanto è detto de' piani paralleli. Ora dirò alcuni Teoremi essenziali, la cui intelligenza e dimostrazione per chi ponderò attentamente i precedenti, non riuscirà disagevole.

1536. **Teorema** CXXXI. *Sono eguali i* TETRAEDRI *che hanno tre facce eguali ciascuna a ciascuna e similmente disposte.*

Quando infatti dovrò costruire in lamina o in cartone un tetraedro somigliante ad altro dato S A B C (fig. 337), taglierò tanti triangoli eguali,

Fig. 337.

onde sia asc = A S C, csb = C S B, abc = A B C, asb = A S B. Ma per avere lo stesso tetraedro è d'uopo ch'io unisca il lato as del triangolo asc, col lato as del triangolo asb, e così gli altri, per ricomporre gl'identici angoli *diedri* e *triedri*, com'è agevole a concepire, onde avere realmente il tetraedro $sabc$ = S A B C. Nè posso unire il lembo sa coll'altro lembo as che riportando a sopra a, ed s sopra s; perchè invertendo l'uno di questi lati, avrei il vertice in un punto r anzichè in s ecc.

1537. **Teorema** CXXXII. *Sono uguali i* TETRAEDRI *che hanno due facce eguali, similmente disposte e comprendenti un eguale angolo diedro.*

Per costruire un tetraedro di legno o di marmo ecc., prima si spiana una faccia su cui disegnasi, a mo' d'esempio, il triangolo A S B. A regola dello spigolo A S si ripiana altra faccia, che formi con quel triangolo l'angolo diedro eguale al dato, e in questo secondo piano si disegna altro triangolo eguale al dato e cognito A S C, e similmente disposto. Poi con un regolo che dal punto S scorra mano a mano strisciando sui lembi S B ed S C, indi da A sugli altri due A B ed A C, si vengono a comporre le altre due facce, le quali null'altro sono che i due piani unici che possono passare, l'uno pe' tre punti S, B, C, l'altro pe' tre punti A, B, C.

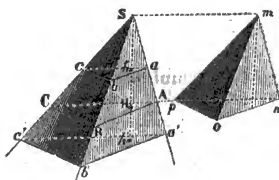
1538. **Teorema** CXXXIII. *Sono eguali i* TETRAEDRI *i quali hanno una faccia eguale adiacente a tre angoli diedri, eguali ciascuno a ciascuno e similmente disposti.*

I precedenti Teoremi stanno in relazione cogli analoghi al Teorema XXXVI ecc. per le superficie de' triangoli. Ma questo se ne scosta, perchè, mentre basta pe' triangoli eguali l'eguaglianza del lato compreso da due eguali angoli, pel tetraedro occorre, oltre l'eguaglianza d'una faccia, quella pure non di due soli diedri, sì bene di tre. Infatti, oltre avere la sola faccia abc eguale ad A B C, è necessario che tutte e tre l'altre facce formino eguali angoli di quelli del tetraedro S A B C. Perciò nell'accennata applicazione precedente, composto un piano e disegnatovi il triangolo noto, purchè pe' suoi tre lati faccia passare tre piani i quali formino col piano precedente i tre angoli

diedri, ossia tre spigoli perfettamente eguali a quelli del tetraedro dato, non potrà non sortirne uno appieno eguale.

1539. **Teorema** CXXXIV. *Sono eguali i* TETRAEDRI *che hanno uno spigolo eguale, e tutti i loro angoli diedri ciascuno a ciascuno eguali e similmente situati.*

Questo teorema è pure evidente: basta solo notare che non basterebbe l'eguaglianza de' diedri se non è determinato uno spigolo. Infatti dimostra la fig. 338, che tanto ha uguali gli angoli diedri il tetraedro intero $S\,a'\,b'\,c'$ come $S\,A\,B\,C$, e similmente $S\,a\,b\,c$. Se però sia determinata la lunghezza dello spigolo $S\,B$ eguale ad $m\,o$ del dato tetraedro $m\,n\,p\,o$ oppure $S\,C = m\,p$, esser dovendo i diedri $B\,C$, $A\,C$ ed $A\,C$ eguali ad $o\,p$, $n\,o$ ed $n\,p$, come gli altri $S\,A$, $S\,B$, $S\,C$ eguali ad $m\,n$, $m\,o$ ed $m\,p$, non vi può essere che il tetraedro $S\,A\,B\,C$ eguale al dato $m\,n\,o\,p$.

Fig. 338.

Avvertenza. De'tronchi di *tetraedri* parlerò più innanzi al § 1551. Ora non dee trasandarsi che tutti i *tetraedri* con eguali diedri come $S\,a\,b\,c$, $S\,A\,B\,C$, $S\,a'\,b'\,c'$ hanno la rimarchevole proprietà d'avere le facce simili ciascuna a ciascuna e similmente disposte, onde:

1540. **Teorema** CXXXV. *I* TETRAEDRI *i quali hanno i loro diedri eguali ciascuno a ciascuno, hanno le loro facce simili ciascuna a ciascuna.*

Cioè nella figura precedente si hanno i triangoli $S\,A\,B =$ ad $S\,a\,b$ e ad $S\,a'\,b'$; e così $S\,B\,C =$ ad $S\,b\,c$ e ad $S\,b'\,c'$ ecc.

1541. **Tetraedri simili** adunque *sono quelli che hanno tutti gli angoli diedri eguali ciascuno a ciascuno.* Le facce similmente poste diconsi *facce omologhe*, e loro *lati omologhi* sono gli *spigoli omologhi.*

1542. **Proprietà dei tetraedri simili.** Sono da memorare le seguenti:

I. *Gli spigoli omologhi de' tetraedri simili, sono proporzionali.* Infatti dai triangoli simili $A\,S\,B$ ed $a\,S\,b$, e dagli altri simili $B\,S\,C$ e $b\,S\,c$ si hanno le proporzioni

$$\div\div\; SA : Sa :: SB : Sb \qquad \div\div\; SB : Sb :: BC : bc;$$

quindi

$$\div\div\; SA : Sa :: BC : bc;$$

II. *Le altezze* loro *sono proporzionali.* Abbassando da S una perpendicolare $S\,h'$ sui diversi piani necessariamente paralleli $a\,b\,c$, $A\,B\,C$, e $a'\,b'\,c'$, si avrà $\div\div\; SA : Sa :: SH : Sh$, ed $SA : Sa' :: SH : sh'$,

onde

$$\div\div\; Sa : Sa' :: Sh : Sh' \text{ ecc.};$$

III. *Le aree delle facce omologhe* sono *proporzionali ai quadrati degli spigoli omologhi*, o ai *quadrati delle altezze.* Infatti si ha

$$\div\div\; ASB : aSB :: (SA)^2 : (Sa)^2\,,$$

ed insieme $\div\div$ $(SA)^2 : (Sa)^2 :: (BC)^2 : (bc)^2 :: (SH)^2 : (Sh)^2$: dunque

$$\div\div\ ASB : asb :: (SA)^2 : (Sa)^2 :: (BC)^2 : (bc)^2 :: (SH)^2 : (Sh)^2;$$

IV. *Le stesse aree sono proporzionali tra loro:* infatti da

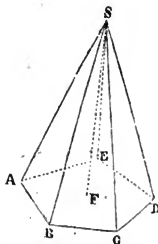
$\div\div\ ASB : aSb :: (SA)^2 : (Sa)^2$ e da $\div\div\ BSC : bSc :: (SA)^2 : (Sa)^2$

si trae $$\div\div\ ASB : aSb :: BSC : bSc.$$

[7] Piramide.

1543. **La Piramide** (1) è in sostanza il *tetraedro* (§ 1533) ossia il solido la cui *base* è un poligono piano qualsisia, e le *facce* sono triangoli, la cui base è un lato di quel poligono, concorrenti tutti col vertice in un solo punto, il qual dicesi il *vertice* della piramide. Se quella base sarà un triangolo, è detta triangolare; se un quadrato, come quelle del CAIRO (2), quadrangolare, e pentangolare, esagonale ecc., a norma del numero de' lati della sua base. Se il poligono fosse *infinitilatere* si confonderebbe col *cono*, e non sarebbe più piramide: la quale a due patti dicesi regolare, cioè quando sia regolare il poligono che ha per base, ed inoltre il suo vertice sia nella perpendicolare elevata sul centro di quel poligono.

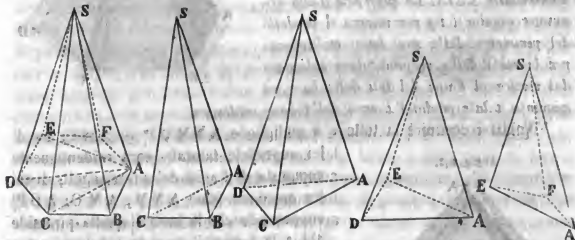
La piramide SABCDE (fig. 339) ha per base il pentagono ABCDE. Il suo vertice è il punto S; la sua altezza la SF, perpendicolare abbassata dal vertice sul piano della base. Quando è regolare, questa perpendicolare coincide coll' *asse* della piramide, il quale è la linea, onde il di lei vertice congiugnesi col centro della sua base; mentre la perpendicolare condotta dal vertice sul lato qualunque della base della medesima, dicesi *apotema*.

Fig. 339.

1544. **Generazione della piramide.** Per concepire come possa generarsi la piramide, basta immaginare che il poligono ABCDE che gli serve di base, si sollevi parallelamente a se stesso, ma in pari tempo scemando gradualmente in tutte le sue parti, finchè i suoi lati vengano a confondersi col suo centro. Se questo in quel movimento percorra una SF perpendicolare al piano della base, la piramide sarà retta, e più o meno obbliqua, secondochè più o meno da quella retta declini. Risulta da cotesto modo di generazione che, quando la piramide sia tagliata da un piano parallelo alla base, da questa sezione risulterà un poligono simile, non mai eguale a quello di essa base, e sempre minore quanto più s'accosta al suo vertice.

(1) Piramide nasce da πυραμὶς derivato da πῦρ fuoco, così forse volendo i Greci esprimere il terminare di questi solidi in punta come la fiamma.

(2) Noterò a suo luogo l'ingegnosa spiegazione data dal PERSIGNY sullo scopo d'immensa pratica utilità cui conghiettura destinati questi giganteschi edificii dagli Egiziani.

Una piramide, mediante piani che passino pe' suoi spigoli, si può dividere in tante piramidi quanti sono i lati della sua base meno due, ossia quante le diagonali più una, che ponno condursi nella sua base. Quindi, se la base è un triangolo, non potendosi in questo condurre alcuna diagonale, non si può dividere in altri tetraedri, essendo essa di fatti un tetraedro. Ma s'essa sia p. e. esagonale, come nella fig. 340, dividendo la base ABCDEF

Fig. 340.

colle tre diagonali AC, AD ed AE, se dal punto S abbasso de' piani che passino per queste diagonali, spezzerò o taglierò la piramide SABCDEF nelle altre quattro SABC, SACD, SADE, SAEF.

Le proprietà di questi corpi geometrici sono essenziali a conoscere, e i *teoremi* seguenti ne indicheranno le principali.

1545. **Teorema** CXXXVI. Le PIRAMIDI di *egual base* e con *facce contigue eguali ciascuna a ciascuna, sono eguali.*

1546. **Piramidi simili** *sono quelle divisibili in egual numero di* tetraedri *simili e similmente disposti.*

1547. **Teorema** CXXXVII. *Le* PIRAMIDI *simili hanno le faccie* omologhe, e *le basi* simili.

Si può desumere facilmente da quanto è detto (§ 1542) sui *tetraedri*. Quindi

I. Le piramidi *simili* hanno gli *spigoli omologhi proporzionali;*

II. Hanno gli *spigoli omologhi* proporzionali alle *altezze;*

III. Le *facce omologhe* e le basi stanno tra loro in proporzione dei *quadrati* di due spigoli omologhi o delle altezze.

1548. **Teorema** CXXXVIII. *Le* PIRAMIDI *che hanno basi* simili e *due facce contigue omologhe* simili *ciascuna a ciascuna, sono* simili.

1549. **Teorema** CXXXIX. *Le* PIRAMIDI *a basi* simili *con due facce omologhe egualmente inclinate sulla base, sono* simili.

1550. **Teorema** CXL. *Le* PIRAMIDI *tagliate con piani paralleli alla base sono* simili *alla piramide totale.*

La piramide S*mnopqr* (fig. 341), come la piramide S*abcdef*, sono simili alla SABCDEF.

1551. **Piramide tronca** è quella risultante dal diffalco del vertice, o più veramente dalla sottrazione di una piramide simile minore,

dalla piramide totale. Così deduco la *piramide tronca* $mnropq$ A B C D E F, togliendo dalla piramide S A B C D E F la S$mnopqr$; ovvero la *tronca* $abcdef$- A B C D E F, togliendo dalla totale la simile S$abcdef$. La *tronca* suole anche dirsi piramide *sovraincumbente*.

Fig. 341.

1552. Superficie della piramide. Teorema CXLI. *La superficie d'una* PIRAMIDE *regolare, ha per misura il prodotto del perimetro della sua base moltiplicato per la metà della perpendicolare abbassata dal vertice su l' uno dei lati della base ed aggiunto a tale prodotto l' area della base medesima.*

Vogliasi costruire la tettoia a padiglione A N M O P (fig. 342). La di lei superficie laterale sarà evidentemente composta dell'area de' sei triangoli, di cui tre appaiono (cioè A N M, A M O, A O P) supponendo che la base di quella piramide abbia la forma d' esagono regolare, come nel piano corrispondente P C D E F G si rappresenta. Ora l' aree di que' triangoli sono la metà del prodotto dell'altezza A X pel lato o base M O del triangolo. Quindi indagando quante tavole, o quante tegole, o quanti manipoli di canna occorrano per coprire quella tettoia, la sua total superficie sarà la metà di 6 (A X × M O). Evidentemente, se dovesse coprirsi anche il suo piano o base, l'area totale, cioè la superficie della intera piramide, sarebbe quella superficie laterale, più quella della base. Laonde calcolando questa pure (§ 1365), la cercata superficie sarà 6 (A X × M O) + 6 (S V × D F). E siccome abbiamo M O = D F, riducesi a 6 M O (A X + S V). Più generalmente, se sia n il numero de'lati', k la lunghezza, x l' altezza de' triangoli laterali, ed y l'apotema del poligono di base, avremo $n\,k\,(x+y)$, espressione della superficie di qualsiasi piramide regolare.

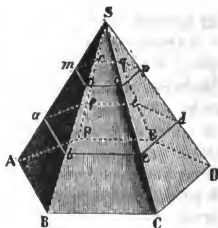
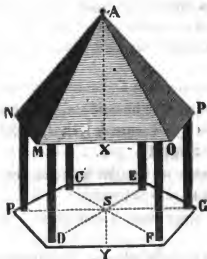



Fig. 342.

1553. Volume della piramide. Teorema CXLII. *Il volume della* PIRAMIDE *si ottiene moltiplicando la sua base per la terza parte dell' altezza del solido.*

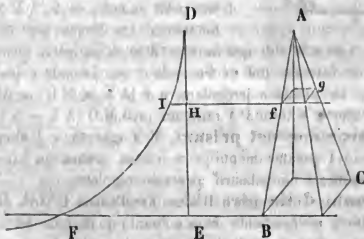
Se ne troverà la dimostrazione più sotto al § 1598 trattando del confronto tra volumi de' diversi poliedri. Ne consegue che quando la base sia di tutt' altra forma, ma d' area eguale a quella d' altra piramide di pari altezza, i volumi d'amendue saranno eguali.

Il *volume* poi del *tronco di piramide,* si ottiene sottraendo dal volume della piramide intera quello della piramide *sovraincumbente,* staccata mediante la sezione fatta col piano o base superiore della piramide tronca. Perciò il tronco di piramide (semprecchè a basi parallele) si ricava mol-

tiplicando l' altezza del tronco, per la differenza dei prodotti delle basi in un lato rispettivo, dividendo però il risultato pel triplo della differenza dei lati medesimi. Ma di ciò meglio più innanzi.

Applicazioni. Le piramidi regolari (§ 1541) hanno gli spigoli eguali, e tutte le facce sono triangoli isosceli eguali; inoltre sono queste egualmente inclinate sia rispetto alla base, sia tra loro, e tutti gli angoli diedri sono eguali ciascuno a ciascuno. La perpendicolare calata dal vertice sul centro della base, cioè l'*asse*, è l'altezza della piramide regolare: onde se asse e basi sieno eguali, le piramidi regolari sono pure eguali tra loro. Perciò volendo ridurre un masso o corpo qualunque secondo data foggia di piramide regolare, spianatone un lato, vi si disegna il poligono che dee servire di base, e pe' lati di questo si fanno passare tanti piani con la inclinazione acconcia per formare con esso angoli diedri eguali ai dati. Se debba comporsi la sola superficie della piramide regolare o, direbbesi, una piramide vuota di cartone, di lamierino ecc., basta tagliare i triangoli eguali, che deono servire come facce, e il poligono della base, e dalla riunione loro si otterrà la forma proposta; la qual forma torna opportuna nella costruzione di tettoie rustiche per varii usi d'agricoltura, di giardinaggio, oltrecchè suol essere la forma ordinaria di tetti aventi per culmine un solo punto, come s'è veduto per la tettoia della figura 342.

1551. **Relazione colla parabola.** Dimostrava il Cavalieri che tutte le figure i cui elementi crescono o decrescono d' egual modo dalla base salendo al vertice, stanno ad uniforme figura d'egual base ed altezza nell'identico rapporto. Non solo per darne esempio, quanto per rivelare una speciale relazione della piramide colla parabola, di cui tornerà in altro luogo acconcia applicazione, riporto nella figura 343 la piramide A B C di

Fig. 343.

fronte alla parabola F D. Sia F E una parallela all'asse della parabola, e D E la tangente al suo vertice. Il quadratello fg, elemento della piramide, cresce in ragione del quadrato della sua distanza dal vertice. Ora s'io considero nella parabola lo spazio esterno D E F, limitato dalla curva e dalla sua tangente, la parallela I H sta pure in ragione del quadrato D H. Esso è il terzo del parallelogrammo d'egual base ed altezza, come la piccola piramide è il terzo del cilindro o prisma corrispondente: e ciò perchè ciascuna è il terzo della figura uniforme d'egual base ed altezza.

[8] Prisma.

1555. **Definizione. Prisma** è un corpo geometrico, composto di due facce parallele che sieno poligoni eguali, e le cui altre facce sieno parallelogrammi in numero eguale ai lati di quei poligoni. Un fusto d'albero esattamente riquadrato a tre, a quattro o più facce, è un *prisma*. Tali sono M ed N (fig. 344) quando sia mantenuta rigorosamente eguale la loro

Fig. 344.

grossezza. A ed A saranno le *basi* del primo; B, B le *basi* del secondo. Le altre facce deono essere tutte parallelogrammi, siccome *a b d c*, *b c q r* ecc. nel solido M; *h e m n*, *e f n o*, *f g o p* ecc. nel solido N. La natura offre esempi di prismi retti e regolari: ed a suo luogo se ne troverà la forma nello *smeraldo*, nello *spato d'Islanda*, nella *tormalina* ecc.

Ciò che il campaiuolo chiamerebbe lunghezza, è geometricamente l'*altezza* del *prisma*, vale a dire la distanza tra le due *basi*. Ed è ciò indifferente quando il *prisma* è un *parallelepipedo* (§ 1557), ma suppone il *prisma* retto, cioè innalzato perpendicolarmente sulla sua *base* inferiore. Se non sia retto, l'*altezza* è la perpendicolare calata, da un punto qualsisia della base superiore, sul piano della inferiore. Ancorchè queste basi non sieno perpendicolari alle altre facce, deono però essere sempre parallele: quindi gli spigoli sempre tutti eguali in lunghezza. La figura poi di esse basi, secondochè di triangolo, di quadrato o d'altro poligono qualunque, specializza i prismi, distinguendoli in *triangolari*, *quadrangolari*, *pentagonali* ecc. Se la base sia un poligono irregolare, purchè eguale e parallela all'altra base, il corpo che n'è fornito è pure un prisma.

1556. **Generazione del prisma.** Una superficie qualunque poligonale, che si muova parallelamente a se stessa genera un *prisma*. Supponi che si debba edificare un pilastro, per esempio, ottagono, cioè a dire un prisma retto con base ottangolare. Il muratore disegna in terra quel poligono, poi eleva un filo a perpendicolo sovra un punto qualunque del suo perimetro, e crea il pilastro sovrapponendo tanti strati di mattoni, composti a quella superficie ottagona. Quel filo è la retta direttrice del movimento della base; onde, quando non fosse verticale, ma inclinato, il *prisma* riuscirebbe obbliquo. Qualunque sia la lunghezza di quel filo, ovvero linea direttrice, la quale può fissarsi anco nel centro o in qualunque punto del poligono (purchè si mantenga continuo il poligono generatore nella identica posizione rispetto alla linea medesima), il solido generato è sempre un prisma: quindi qualunque sezione, fatta con piano parallelo alla base, divide il prisma in altri due, la cui altezza sola varia a norma del punto per cui passa quel piano:

laonde, rigorosamente parlando, non havvi *tronco di prisma*, nel senso in cui realmente nella piramide si trovò il *tronco di piramide*.

1557. **Prismi convessi.** Nella Geometria si considerano solo *prismi convessi*, ossia a base composta di poligoni con angoli tutti saglienti, essendo facile d'altronde il calcolo valutando la porzione di complemento per considerare il poligono di base come esteso a modo da formare un poligono con angoli tutti saglienti. Ad esempio, il prisma A B C F D E (fig. 345) ha le sue basi A B C F D E ed *a b c f d e* che sono poligoni irregolari coll'angolo rientrante D e *d*. Ma è assai facile immaginare queste basi compiute a parallelogrammo, A B O C, *a b o c*; e calcolato il prisma corrispondente a queste basi, sottrarre dipoi il minor prisma E *f*, il quale ha per basi D E F O e *d f e o*.

Fig. 345.

1558. **Prisma triangolare.** Quel pezzo di ferro onde si fa scheggie d'alcun legno, quale ci offre in B la figura 346, è un prisma triangolare di cui B sarebbe una delle basi, e le facce sono quelle di cui l'una riceve la percossa e le altre due la trasmettono al legno dalle due parti che vengono forzate dallo spigolo del diedro, che per l'azione dei colpi vi s'insinua. Osservando l'altra fig. 348 riescono più evidenti le due basi parallele e le tre facce a parallelogrammo.

Fig. 346.

1559. **Teorema CXLIII.** *Sono eguali i prismi che hanno una base ed una faccia eguale ciascuna a ciascuna, similmente disposte, e comprendenti un eguale angolo diedro.*

1560. **Teorema CXLIV.** *Sono eguali i prismi che hanno una base e due facce contigue, eguali ciascuna a ciascuna, e similmente disposte.*

1561. **Teorema CXLV.** *Tagliando un prisma con piano parallelo alla base, la sezione è un poligono eguale alla base.*

La tettoia (fig. 347) A F D H, se si consideri come la coperta di un prisma

Fig. 347.

le cui basi sieno A B C D E ed F G H I L, e le facce A F C G, C G E H;

D E L H ecc.. Qualunque sua sezione *a b c d e* parallela ad una base, riprodurrà lo stesso poligono A B C D E, se supponghiamo, per altro caso, che quella tettoia sia come un masso pieno dal piano D E H L al culmine A F: e questa considerazione ci svela che qualsiasi armatura interna *acbde* dovrà essere, quando parallela all'esterna, della stessa forma di poligono delle altre.

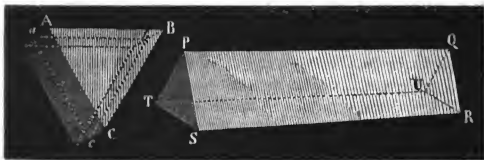
1562. **Superficie de' prismi. Teorema** CXLVI. *La superficie totale d'un prisma retto ha per misura il prodotto della sua altezza pel perimetro della base, aggiuntovi l'area delle due basi.*

Naturalmente, qualunque siasi il prisma, la sua superficie complessa equivale all'area delle due basi, sommate con quelle de' parallelogrammi laterali, e riducesi alla valutazione dell'area de'poligoni, di cui già si disse nella precedente SEZIONE.

1563. **Volume de' prismi. Teorema** CXLVII. *Il volume del prisma è misurato dal prodotto della sua base per la sua altezza.*

Il volume di un tronco di prisma triangolare si avrà moltiplicando la sezione fatta con un piano perpendicolarmente a' suoi spigoli per la terza parte della somma degli spigoli medesimi. Ma meglio del volume de' tronchi di prismi sarà detto al § 1595.

Usi del prisma. È oltremodo interessante la cognizione di questo corpo geometrico, e la stessa figura 348, ci rappresenta in P Q R S T

Fig. 348.

il prisma adoperato dai fisici per decomporre il raggio solare, il quale attraversandolo si separa ne' sette colori. Nella costruzione delle macchine i prismi triangolari si adoperano per dare una direzione fissa, o perchè scorrano sui medesimi intelaiature, cassette ecc., e ne presenteranno applicazioni opportune alcuni seminatoi ed altri arnesi rusticali. Generalmente i fusti degli alberi per legname da lavoro riduconsi a foggia di prismi (§ 1555), come hannola le verghe e regoli di ferro, ed anco le varie specie di mattoni di terra cotta, e tanti altri corpi che però per la regolarità di loro forme assumono quella foggia di prisma più nota sotto nome di *parallelepipedo.*

[9] Parallelepipedo.

1564. Tra le infinite varietà di prismi merita singolare attenzione il corpo geometrico definito col nome di *parallelepipedo*, da taluni detto anche *parallelpiano*, dal parallelismo dei piani opposti che lo distingue.

1565. **Parallelepipedi.** Se le basi abbiano figura di parallelogrammo, il *prisma* allora ha tutte le sue facce composte di altrettanti parallelogrammi, e chiamasi *parallelepipedo*. Tale è il prisma M della figura precedente. In esso chiamansi vertici opposti quelli che non fan parte d'una stessa faccia: sono *vertici* opposti *a* ed *r*, *b* ed *m* ecc.; e le linee condotte da cotali vertici opposti sono le *diagonali del parallelepipedo*. Il *solfato di rame* ha cristalli che sono parallelepipedi.

1566. Ne' **Parallelepipedi** le facce opposte sono parallelogrammi eguali, ed inoltre parallele, quindi qualunque faccia può prendersi per base, e in conseguenza l'altezza è allora la distanza tra le medesime. Due qualunque delle *diagonali del parallelepipedo* si tagliano reciprocamente in due parti eguali, e qualsisia *piano diagonale* divide questo corpo geometrico in due prismi triangolari (§ 1558), le cui facce sono eguali ciascuna a ciascuna, ma disposte in ordine inverso.

La **generazione** del parallelepipedo è naturalmente quella stessa del prisma. Le travi, le piane, panconi, assi ecc., sono parallelepipedi; come le casse, forzieri ecc. hanno la forma di parallelepido cavo e retto, quando sono esattamente fabbricati.

1567. Nel **Parallelepipedo rettangolo** tutti i *diedri* sono retti, e ciascuno spigolo è perpendicolare alle facce che incontra coi suoi estremi. Se si prendano tre spigoli concorrenti ad uno stesso *vertice*, essi rappresenteranno le tre dimensioni del parallelepipedo. Se il muro M (fig. 349) sia esattamente verticale ed abbia le sue faccie tutte rettangolari, i tre spigoli A B, B D e B E concorrenti nello stesso vertice B, offrono le tre dimensioni B E lunghezza, B D altezza, A B larghezza o grossezza: lo stesso accade cogli altri spigoli B D, C D e D F concorrenti in D, e segneranno similmente, D F la lunghezza, B D l'altezza, C D la larghezza ossia grossezza.

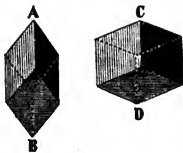
Fig. 349.

1568. **Romboedro.** Quando le sei facce d'un parallelepipedo sono rombi, i cristallografi lo chiamano *romboedro*, e lo dicono *acuto*, come A B nella fig. 350, dove i *vertici opposti* A e B sono *triedri* formati dalla concorrenza degli angoli acuti di tre rombi. Chiamanlo *ottuso*, come C D, quando que' *triedri opposti*, C e D, si compongono degli angoli ottusi di tre rombi. La retta onde si congiungono que' vertici opposti, è l'asse del cristallo. Del che meglio, ove occorra far cenno de' naturali romboedri dello *spato d'Islanda*, del *ferro oligisto* ecc. Evidentemente tra queste due specie di *romboedri*, l'*acuto* e l'*ottuso*, esiste per limite di separazione il *cubo*.

Fig. 350.

1569. **Superficie de' parallelepipedi. Teorema** CXLVIII. *La superficie del parallelepipedo ha per misura la somma delle aree de' sei parallelogrammi che lo compongono.*

Se il parallelepipedo sia *rettangolare*, la sua superficie laterale equivale al prodotto del perimetro della base moltiplicato per la lunghezza d' uno spigolo.

1570. **Volume de' parallelepipedi. Teorema** CIL. Come prisma, *il volume del parallelepipedo è misurato dal prodotto dell'area della base per l'altezza del solido.*

Due parallelepipedi sono perciò equivalenti, quando abbiano egual base ed altezza. Quindi posso considerare la torre inclinata o *Garisenda* di BOLOGNA, o quella di PISA, eguale ad altra elevata verticale sulla stessa base, ed alta egualmente, misurando l'altezza di quella col perpendicolo. Quando il parallelepipedo è rettangolare, ha per misura il prodotto di tre spigoli concorrenti in uno stesso vertice (§ 1567). Il volume poi di un tronco di parallelepipedo si ha moltiplicando la sezione, fatta con piano perpendicolare a' suoi spigoli, pel quarto della somma di essi.

[10] Cubo.

1571. **Esaedro regolare.** Il poliedro regolare a sei facce quadrate eguali, è il cubo ossia *esaedro* regolare. N'hai l'esempio da un dado M (fig. 351), nel quale conterai 8 angoli solidi e dodici *spigoli* o angoli diedri. Supponi marcate le sue facce dalle 6 lettere A, B, C, D, E, F: successivamente rivoltolandolo sui suoi spigoli, svilupperai la di lui superficie in complesso riducibile ad un rettangolo composto de' sei quadratelli A, B, C, D, E ed F.

Fig. 351.

1572. Il **Cubo** adunque è un prisma, le cui facce sono altrettanti quadrati, e se n'ebbe esempio in Q della fig. 57 (§ 963). Necessariamente cotali facce sono eguali tra loro, e le opposte sono sempre parallele, onde in sostanza il cubo è un parallelepipedo retto a spigoli tutti eguali.

1573. **Superficie del cubo.** Risulta naturalmente (fig. 351) eguale a 6 volte quella di qualunque delle sue facce.

1574. **Volume del cubo** è la *terza potenza della linea rappresentata da qualunque suo spigolo;* ossia si ottiene moltiplicando due volte lo spigolo per se stesso, perchè una linea moltiplicata due volte per se medesima, dà per risultato il cubo del numero che la rappresenti.

1575. **Duplicazione del cubo.** Se il cubo è un dado, qual miracolo vi può essere nell'addoppiarlo, dappoichè due dadi saranno il doppio di un dado? E nondimeno questo problema vollero proposto dall'oracolo di Delfo, e discervellò antichi e moderni geometri a diciferarlo (1). Se *a* sia il lato

---

(1) Archita, il celebre geometra nativo di Taranto, che fiorì circa l'Olimpiade XCVI ed ebbe Platone a discepolo, fu il primo, al dir di Laerzio, che agli usi pratici rivolgesse la geometria, e tentò il famoso problema della duplicazione del cubo, dandone la soluzione conservataci da EUTOCIO, ma puramente speculativa. V. MONTUCLAS, *Hist. des recherches sur la Quadrature du Cercle*, p. 243.

del cubo, questo si esprimerà per a^3: quindi, per trovare il lato x di tal cubo x^3 ch'eguagli il doppio di a^3, si ha l'equazione

$$x^3 = 2a^3\text{; onde } x^3 = \sqrt[3]{2} \times a.$$

Perciò la difficoltà è subito nota; perchè non havvi numero che possa esattamente esprimere la terza radice di 2.

1576. **Cubare e cubatura.** La cognizione più importante, rispetto al cubo, è quella che esso serve di unità di misura nel calcolare il volume o capacità di un solido, nel modo stesso con cui il *quadrato* è l'unità di misura per la superficie. *Cubare* adunque è misurare un volume, ossia trovare quante volte il cubo di nota o data grandezza, sta nel medesimo volume. Già fu detto come questo cubo ora sia il litro, or l'ettolitro ecc.

1577. **Dendrometria** o cubatura degli alberi. Con catenella di filo di ferro divisa in centimetri, ovvero con nastro in cui sieno segnate analoghe divisioni, si suole ricavare il circuito di media grandezza del tronco o fusto di un albero, e così se ne deduce la grossezza. Ma una quercia, il cui fusto sia alto 10 metri, può avere alla base un *circuito* di un metro, e alla cima di cinque decimetri. Il faggio, l'abete sono più cilindrici d'ordinario che non la quercia; ma per maggiore esattezza conviene sempre prendere due ed anco più di cotali circuiti, e sommati insieme, poi divisa la somma pel numero loro, se ne trae quel circuito medio che può meglio accostarsi all'esattezza.

1578. Or perchè dissi *circuito* e non circonferenza? Perchè s'inganna a partito chi prende la periferia d'un tronco d'albero per eguale a quella di un cerchio; molti però di questi circuiti facilmente compensando tra di loro le maggiori irregolarità, soddisfano meno imperfettamente che non prendendo la misura del diametro mercè un compasso ricurvo (§ 1140, fig. 113 *bis*). Ma non è da anticipare sulla nozione di solidi a superficie curve, ed ora quanto è detto dei prismi ecc. basta per conoscere come debba regolarsi l'agronomo volendo *cubare* legnami già squadrati, cioè ridotti a forma di parallelepipedi o cubi, o altri prismi qualunque.

[11] Poliedri regolari.

1579. Il **Poliedro regolare,** cioè quello le cui facce sieno tutte eguali, tutti gli angoli diedri eguali, tutti i suoi angoli piani e tutti gli spigoli eguali, non si può avere che di cinque specie. Come risulta dal § 1285 l'angolo del triangolo equilatero è di 60°; quello del quadrato, di 90°; quello del pentagono regolare, di 108°; dell'esagono regolare, 120°; quello degli altri poligoni sempre maggiore. Dunque con tre piani d'esagono, e meno poi d'altri poligoni a maggior numero di lati, non può comporsi un angolo solido (§ 1532). Tre angoli del pentagono comprendono 324°; quattro, 432°; tre d'un quadrato, 270°; quattro, 360°. Dunque non più di tre angoli del pentagono e del quadrato possono formare un angolo solido: e perchè 6 angoli del triangolo equilatero sommano a 360°, quindi solo con tre, quattro e cinque triangoli equilateri riesce possibile costruire un angolo solido. Ecco adunque le cinque sole specie possibili di poliedri rigorosamente regolari.

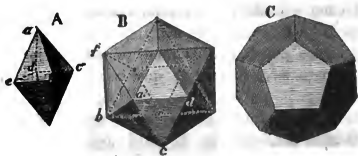
I. Il **tetraedro regolare** (§ 1533 e seg.), composto di 4 *facce*, ossia triangoli equilateri. Il valore di ciascuno de' suoi angoli diedri, è di 70° 31', 43'', 6.

II. L' **esaedro regolare** (§ 1571 ecc.), composto di 6 *facce*, o quadrati. Ogni suo angolo *diedro* è retto (M fig. 351).

III. L'**ottaedro regolare**, composto di 8 *facce* ossia *triangoli equilateri* con 12 *spigoli* e 6 *vertici*. Il valore di ciascuno suo diedro è 109°, 28', 16', 4. È rappresentato in A (fig. 352), ed evidentemente decomponesi in due piramidi col piano *b c d e*.

IV. Il **dodecaedro regolare** che ha 12 *facce* composte di *pentagoni*, 30 *spigoli* e 20 *vertici*. Ogni suo diedro è di 116°, 33', 54'', 2, 5; s'indica in C (fig. 352).

V. L' **icosaedro regolare** con 20 *facce* o triangoli equilateri, 30 *spigoli* e 12 *vertici*. Veggasi in B (fig. 352). Mi limiterò alla descrizione di quest' ultimi.

Fig. 352.

1580. **Ottaedro, Dodecaedro ed Icosaedro.** Generalmente un poligono ad otto, a dodici o a venti facce sarà un ottaedro, un dodecaedro o un icosaedro: però intendesi più speciale cotal nome al solido composto di poligoni tutti equilateri e tutti eguali e si riuniti da presentare similmente eguali tutti gli angoli solidi che ne risultano. Ristandoti all' icosaedro, supponi A B C (fig. 353) una di coteste facce. Unendone cinque eguali ed egualmente inclinate ciascuna rispetto a quella adiacente, si formerà il pentagono regolare B' C' H' I' D', nel cui centro sarà l'angolo solido A'. Quindi per converso, onde formare il nostro icosaedro, descrivesi in un piano il pentagono coi lati eguali a quelli delle facce che dee aver il poliedro: e nel centro O del pentagono s'innalza una perpendicolare sino in A' quanto occorre perchè A' B' riesca eguale a B' C', e condotte l'altre A' D', A' I' ed A H', quell'angolo solido in A' è l'angolo che aver dee quel solido.

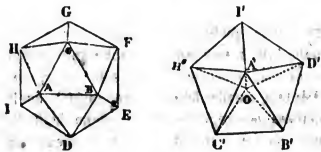
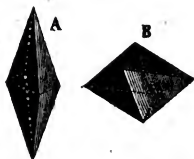



Fig. 353.

1581. Si avverti offerire la natura esempi del *tetraedro* ne' cristalli di *rame bigio:* ne offre del *cubo* o *esaedro* nel *sale marino*, *sal gemma*, *piriti di ferro*, *galena di piombo;* dell' *ottaedro*, nello *spato fluore*, nel *pirite di ferro*, nel *rubino*

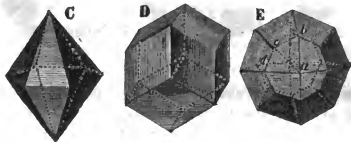
spinello, nel *diamante* ecc. Ancora non si rinvennero cristalli *dodecaedri*, nè *icosaedri*. Ma i cristallografi considerano altri poliedri non esattamente regolari, tuttavia per una certa uniformità rimarchevoli e sono:

Fig. 354.

VI. **Ottaedro** composto di due piramidi regolari, a base quadrata, ed opposte base a base, con triangoli isosceli il cui vertice 1° *acuto*, come nell'*anatasio*, da vedere in A (fig. 354); 2° *ottuso*, come nel *zirconio* in B.

VII. **Dodecaedro** triangolare formato da due piramidi esagonali opposte base a base, come nel *quarzo* o *cristallo di roccia*, C (fig. 355).

VIII. **Dodecaedro romboidale** le cui dodici facce sono dodici rombi eguali, forma del *granato* e *spato d'Islanda*, D (fig. 355).

IX. **Trapezoedro** le cui venti facce sono quadrilateri eguali, chiamate da' cristallografi *trapezoidi*, onde impropriamente quel nome di trapezoedro: rilevasi nel *granato*, nell' *anfigena*, E (fig. 355).

Fig. 355.

1582. A ciascuno de' poliedri regolari può inscriversi una superficie sferica, e similmente circoscrivere in ciascuno di essi; proprietà questa di cui indicherò una influenza importante nelle ricerche fisiologiche successive. La *base* d'un poliedro è la di lui superficie piana su cui supponesi posare il corpo, onde si considera nelle dimostrazioni di geometria e di meccanica come orizzontale; sua *diagonale* è qualunque retta la quale congiunge due angoli opposti del poliedro.

1583. **Piano di simmetria.** Un *prisma* retto quadrangolare ha un *piano di simmetria* parallelo agli spigoli e che passa per l'asse di simmetria delle due basi. Il *parallelepipedo* ne ha tre, e sono rispettivamente paralleli alle sei facce, considerate due a due. L'uno è parallelo ed egualmente distante dalle due basi; gli altri due passano per le diagonali parallele delle basi medesime. Nel *cubo* però vi sono 12 piani di simmetria: tre paralleli alle due facce, sei passano per le diagonali delle facce stesse, e gli altri tre per le diagonali condotte dagli opposti angoli del solido. Notiamo il punto rimarchevole per cui passano tutti cotesti piani, ed è il centro del *prisma*.

1584. **Centro di figura.** Quindi i cinque poliedri hanno un centro di figura intorno cui sono *simmetrici*. Il beninsieme, l'euritmia, fondati appunto sui centri, linee e piani di simmetria, sono spesso di somma importanza, sia per l'equilibrio de' corpi che deono rimanere immobili, sia per quelli il cui movimento debba seguire agevole e regolarmente. I carri e le stesse navi deono essere simmetrici rispetto al piano che segna la direzione del loro moto progressivo. Quando due corpi sono simmetrici intorno allo stesso piano, sono eguali. Infatti, se sono simmetrici, deono avere egual numero di punti, dai quali ponno condursi altrettante rette parallele tra loro e perpendicolari a quel piano, e le quali deono essere eguali due a due. Quando i poliedri sono regolari, il centro di figura coincide con quello della sfera inscritta o circoscritta ai medesimi.

[12] Confronto tra la superficie de' poliedri.

1585. **Teorema CL.** *Le aree delle superficie totali de'* POLIEDRI SIMILI, *stanno tra loro come i quadrati degli spigoli omologhi.*

Chiamiamo S la superficie totale d'un poliedro; l'aree delle sue facce; M, N, P....; gli spigoli alle medesime appartenenti, A, B, C ecc.

Del pari s la superficie totale d'altro poliedro simile; le aree m, n, p..., gli spigoli a, b, c....

Avremo le aree de' poligoni simili componenti le facce omologhe, proporzionali ai quadrati degli spigoli omologhi. Onde

(I) ÷ $M : m :: A^2 : a^2$; $N : n :: B^2 : b^2$; $P : p :: C^2 : c^2$ ecc.

Ora i poliedri simili hanno tra loro la proporzione esistente tra i loro spigoli omologhi. Perciò essendo ÷ $A : a :: B : b :: C : c$, ecc. ed ancora

$$\text{(II)}\quad A^2 : a^2 :: B^2 : b^2 :: C^2 : c^2 \text{ ecc.}$$

perciò la proporzione (I) diviene

$$M : m :: N : n :: P : p \text{ ecc.}$$

Quindi $M + N + P$ ecc $: m + n + p$ ecc. $:: M : m$,
ossia per la proporzione (I), $S : s :: A^2 : a^2$,
e pei rapporti (II), $S : s :: A^2 : a^2 :: B^2 : b^2 :: C^2 : c^2$ ecc.

1586. Vogliasi chiudere con tela, sotto una tettoia analoga a quella del § 1552 (fig. 340), un recinto, ma ottagono, componendo 8 pareti onde formarne una bigattiera economica da servire solo per la stagione dei bachi. Quelle pareti abbiano d'altezza metri 3, 4, e di larghezza metri 2, 5: la superficie totale sarà quella laterale d'un prisma retto, a base di ottagono regolare, con lati di metri 2, 5. Quest'area sarà

$$3^m,4 \times 2^m,5 \times 8 = m^i\, q^i\ 68.$$

Se la tela sia *alta* o per meglio dire larga $0^m,8$ ne occorrano di lunghezza metri 85.

Valendosi del Prospetto § 1357, se ne può dedurre per la superficie totale di un poliedro regolare, che deesi moltiplicare il quadrato di un suo spigolo,

pel *Tetraedro* regolare, 4 volte per 0,4330 ossia per 1,732;
» *Esaedro* regolare, 6 » 1,0000 » 6,000;
» *Ottaedro* regolare, 8 » 0,4330 » 3,464;
» *Dodecaedro* regolare, 12 » 1,7205 » 20,646;
» *Icosaedro* regolare, 20 » 0,4330 » 8,660.

1587. **Sviluppo delle superficie.** Se un giardiniere voglia riparare nei mesi invernali alcuna bella pianta, componendole una piramide quadrangolare con cristalli; se voglia costruire la tettoia d'una serra con un prisma pure composto d'intelaiatura di cristalli; se vogliasi coprire di tavole tutte le pareti, non che il solaio ed il soffitto di ambiente umido per riporvi biade e per altri analoghi fini, è d'uopo conoscere lo sviluppo delle superficie medesime. Le fig. 356 e 357 risparmiano più minuti ragguagli. Esse offrono in

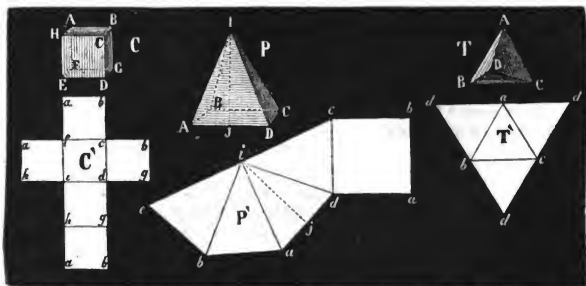
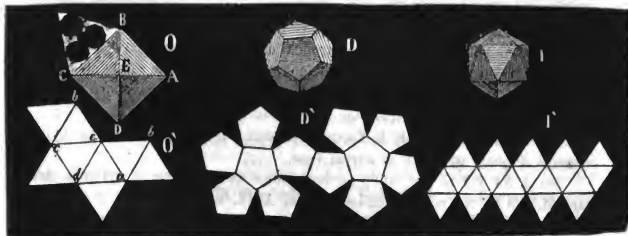
Fig. 356.

T tetraedro, e T' suo sviluppo in quattro *facce* ossia 4 triangoli;
P piramide, e P' id. in cinque *facce* ossia 1 quadrato *abcd* e 4 triangoli *cdi*, *dia*, *nib* e *bie*;
C esaedro o **cubo**, e C' id. in sei *facce* ossia 6 quadrati;

Fig. 357.

O ottaedro, e O' suo sviluppo in otto *facce* ossia 8 triangoli;
D dodecaedro, e D' id. in dodici *facce* ossia 12 pentagoni;
I icosaedro, ed I' id. in venti *facce* ossia 20 triangoli.

[13] Confronto tra i volumi de' poliedri e de' tronchi di poliedri.

1588. **Teorema CLI.** *Un* PRISMA TRIANGOLARE *qualunque è composto di tre* PIRAMIDI *fra loro equivalenti.*

Condotte sulle tre facce parallelogrammiche A B E F, B C D F ed A C D E del prisma triangolare A B C D E F (fig. 358) le tre diagonali A F, F C ed A D, se si faccia passare un piano per le due A F ed F C, il prisma rimarrà diviso in due piramidi, l'una triangolare A B C F, l'altra quadrangolare A C D E F, che avrà per base A E D C e per vertice F. Con altro piano che passi per le diagonali A F ed F D, la piramide quadrangolare sarà divisa in due triangolari A E D F e A D C F. Le piramidi A B C F e A D C F hanno le basi eguali B C F e D C F con vertice comune in A, onde hanno eguale altezza e sono equivalenti. Lo stesso accade delle piramidi A D C F e A D E F, le cui basi eguali sono nello stesso piano A C D E, ed il comun vertice in F. Dunque sono tutte e tre equivalenti ecc.

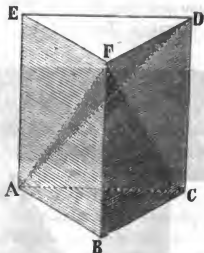



Fig. 358.

1589. **Teorema CLII.** *La* PIRAMIDE TRIANGOLARE *equivale alla terza parte del* PRISMA *d'egual base ed altezza.*

È Corollario del precedente.

1590. **Problema LXXXVII.** *Misurare il volume di un* POLIEDRO *qualunque.*

Un poliedro può sempre avere un centro di figura (§ 1584) dal quale ponno immaginarsi condotti tanti piani che passino per tutti gli spigoli del medesimo, e dividanlo così in tante piramidi, quante sono le sue facce. Calcolati i volumi di tutte queste piramidi, dalla somma loro si ha quello del poliedro totale.

Per avere più spedito mezzo nella pratica, ossia per valersi di calcoli fondati sugli spigoli, de' quali è più facilmente nota la lunghezza, si suppone diviso il poliedro in prismi e tronchi di prisma triangolari e quadrangolari, e tronchi di piramide che abbiano per base le facce stesse del poliedro, di cui *la cubatura si ha sommando le misure dei prismi, dei tronchi di prisma e di piramide in cui può essere diviso.*

1591. **Teorema CLIII.** *Il* PRISMA TRIANGOLARE *è la metà del* PARALLELEPIPEDO *d'eguale altezza e di doppia base.*

Sia A B C E F G (fig. 359) un barbacane da costruire a rinforzo del muro M M M M. Se si prolunghino i piani A B C ed E F G, e si compiano i parallelogrammi A B C D ed E F G H: di poi congiungasi D H, avremo il parallelepipedo A B C D E F G H, cioè quel solido rappresentante il muro che si fosse costruito tutto d'eguale grossezza sulla base A B E F. Ora questo poliedro A B C D E F G H è diviso dal piano A C G E in due prismi triangolari, dove le basi E F G = E H G, e l' altezza è comune, perchè

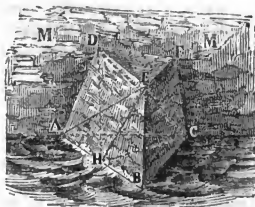
D H = C G ecc. Dunque il parallelepipedo avendo per base E H G F doppia di E F G, è doppio di quel prisma triangolare ecc.

Fig. 359.

1592. **Tronchi di poliedri.** Ho riservato in questo luogo le nozioni occorrevoli all'agronomo per la misura de'volumi de' tronchi di poliedri, perchè riescono più agevoli a comprendere dopo note le proprietà de'poliedri interi. Esporrò soltanto due Teoremi principali, valendomi di poi di pratiche applicazioni, ad uopo e tolleranza del leggitore più confacevoli.

1593. **Teorema** CLIV. Il TRONCO DI TETRAEDRO *ha per misura il terzo del prodotto della sua altezza, per la somma delle sue due basi e di una media geometrica tra le medesime.*

Per difesa di muri contro l'impeto delle correnti, o per *tagliacqua* nelle pile de'ponti, occorre spesso la costruzione del tronco di tetraedro, o specie di pignone a foggia di piramide triangolare tronca, quale offrirebbe A B C D E F (fig. 360). Importa adunque conoscerne il volume, se vogliasi preventivamente calcolarne il dispendio. Si concepisca tagliato con piano il quale passi pe' punti A, E e C; se ne staccherà il tetraedro E A B C che ha egual base del pignone e l'identica altezza, la quale chiamiamola a; ed il volume di questa triangolare piramide sarà

Fig. 360.

$$\frac{1}{3}\left(a \times ABC\right).$$

Rimane la piramide quadrangolare E A D C F, che ha il vertice in E, e per base il quadrilatero A D C F addossato al muro M M. Dividiamola con altro piano insinuato pe' punti D, E e C; staccheremo altri due tetraedri C D E F e C D A E. Il vertice del primo è C: dunque ha l'altezza stessa del pignone, ed il suo volume sarà

$$\frac{1}{3}\left(a \times DEF\right).$$

L'altro tetraedro equivale al tetraedro H A D C, determinato mediante la E H condotta parallela all'A D, e congiunti colla D H i punti H e D. Il suo volume (1) è

$$\frac{1}{3}(a \times \text{A H C}).$$

Perciò il totale tronco avrà per volume

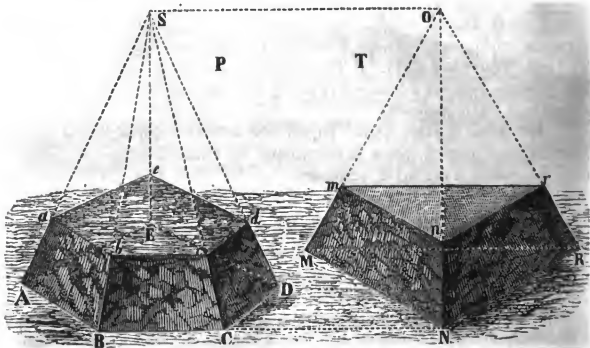
$$\frac{1}{3}(a \times \text{A B C}) + \frac{1}{3}(a \times \text{D E F}) + \frac{1}{3}a \times (\text{A H C}),$$

cioè
$$\frac{1}{3}a\ (\text{A B C} + \text{D E F} + \text{A H C}).$$

Ora A B C e D E F sono le sue due basi, A H C è la media geometrica (2) tra le medesime, ed a l'altezza, appunto **C. D. D.**

1594. **Teorema** CLV. *Il volume del* TRONCO DI PIRAMIDE *ha per misura il terzo del prodotto della sua altezza, per la somma delle sue basi e di una media geometrica tra esse basi.*

Supponghiamo di avere una massa di terra A B C D E *a b c d e* (fig. 361), composta sulla figura qualunque A B C D E, ed elevata con restremazione

Fig. 361.

(1) Il tetraedro H A D C ha la stessa base A D C del tetraedro E A D C: i loro vertici H ed E sono nella retta E H parallela a quella base, perchè l'E H si è condotta parallela all'A D: perciò i due tetraedri avendo egual base ed altezza sono equivalenti.

(2) Infatti, essendo uguali gli angoli E D F ed H A C, ne' triangoli D E F ed A H C, si ha D E F : A H C : : D E $\times$ D F : A H $\times$ A C;
ed essendo A H presa uguale a D E, si può sopprimere il fattore comune A H = D E, e si ricaverà

(I) D E F : A H C : : D F : A C.

Si ha poi dai triangoli A H C ed A B C, aventi comun vertice in C, le basi in retta linea

(II) A H C : A B C : : A H : A B;

e dai triangoli simili D E F ed A B C si ha

D F : A C : : D E : A B;

ossia ponendo per D E il suo eguale A H

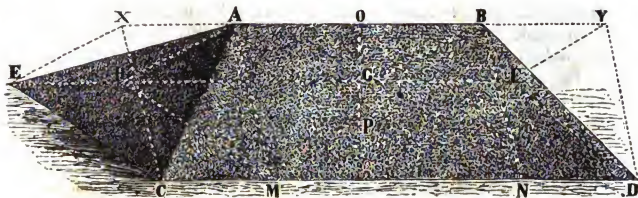
D F : A C : : A H : A B,

la quale ultima proporzione riduce, nelle altre (I) e (II), eguali i loro secondi rapporti, per cui lo deono pur essere i due primi e si ricava

(III) D E F : A H C : : A H C : A B C.

a modo di terminare con piano parallelo e di figura *simile* alla base. Evidentemente supponendo prolungati i suoi spigoli A *a*; B *b* ecc., convergeranno ad un punto S; e potremo concepire quell'ammasso siccome tronco della piramide S A B C D E. Immaginiamo d'avere altro ammasso di terra riposto sovra base triangolare, ma d' area eguale a quella dell' ammasso A B C D E, e composto a modo di formare un tronco del tetraedro O M N R, di eguale altezza della piramide S. I due ammassi sieno collocati sullo stesso piano, e l'altezza di quello del tetraedro sia elevata sino a comporre una superficie *m n r* nello stesso piano dell'altra superficie *a b c d e*. Noi avremo due eguali poliedri, ed eguali pure i loro tronchi (1). Ma quello di *tetraedro* ha per misura il terzo del prodotto della sua altezza per la somma delle due basi e di una media geometrica tra loro (§ 1593), dunque lo stesso avviene pel tronco di piramide A B C D E *a b c d e*.

1595. **Applicazioni.** I. **Tronco di prisma.** Havvi un solido il cui uso ricorre di spesso da calcolare a base di parallelogrammo, con due facce a figura di trapezio e due a triangolo, quale scorgesi in A B C D E F (fig. 362).

Fig. 362.

Evidentemente, se s'immagini tagliato questo corpo con due piani che dagli estremi dello spigolo superiore A B calino perpendicolarmente sulla base a parallelogrammo C D E F, parallelamente ai lati E C e D F, si avrà un prisma A H M B G N, e due piramidi quadrangolari A C E H M e B D F G N. Con questa semplice supposizione si rileva il facile modo di calcolare la quantità di ghiaia, di sabbia, o talora di frumento che sia disposto in masse rego-

---

(1) Avremo un tetraedro O *m n o r* alto quanto la piramide sovraincumbente S *a b c d e*. Queste due piramidi, considerate intere hanno pure eguale altezza. Chiamiamo H l'altezza delle piramidi intere, ed *h* quella delle sovraincumbenti; P l'intera piramide S A B C D E, e T la O M N R; *p* la S *a b c d e*, e *t* la O *m n r*. Essendo le piramidi P e *p* simili, ed eziandio T e *t*, avremo (§ 1540)

$$\div\!\!\div\ abcde : ABCDE :: h^2 : H^2;$$

$$\div\!\!\div\ mnr : MNR :: h^2 : H^2:$$

dunque eziandio $\div\!\!\div\ abcde : ABCDE :: mnr : MNR.$

E siccome il triangolo MNR equivale ad ABCDE, dovrà pure il triangolo *mnr* equivalere all'area *abcde*.

Ma quella piramide T equivale alla piramide P, perchè ha una base equivalente e la medesima altezza (§ 1553). Lo stesso accadrà delle altre due *t* e *p* sovrincumbenti. Laonde, sottraendo,

$$P - p = T - t,$$

lo che dinota l'eguaglianza dei due tetraedri.

lari di questa foggia. Inoltre essendo usata di frequente nella costruzione dei tetti, se si adoperi per un fenile, agevolmente potrà calcolarsi la quantità di fieno che vi cape. Ognun vede però che, se fosse un prisma triangolare compiuto, onde lo spigolo A B fosse eguale alla lunghezza della base, equivarrebbe al prisma A B H M G N, più le quattro piramidi A H E C M, X A C E B D F G N e Y B D F. Ma queste non sono tutte eguali, perchè le due piramidi triangolari sono la metà delle quadrangolari (§ 1553). Bensì ciascuna delle A H E C M e B D F G N equivale a due terzi del prisma A X C E H M. Quindi quel corpo a trapezi laterali, A B C D E F, equivale ad un prisma triangolare X B E C G N più un terzo di B Y D F G N ovvero di X A M H C E. Perciò basta calcolare un prisma, la cui base sia la sezione determinata dal piano verticale alla faccia parallelogrammica, e l'altezza la linea media dei tre spigoli paralleli, cioè il terzo della somma delle lunghezze A B, C D e E F.

1596. Or che fanno d'ordinario alcuni sedicenti agrimensori? Prendono la media della cresta A B, e d'uno spigolo C D: la moltiplicano per la larghezza C E della base, e questo prodotto moltiplicano per la metà dell'altezza del mucchio. Per convincersi dell'errore in cui incolgono, supponiamo la larghezza C E $=1^m,50$; l'altezza del solido, O P $=0^m,80$; la lunghezza degli spigoli, quello della base C D $=4^m,5$, quello della cresta A B $=3^m$. Col metodo esatto, la sezione triangolare avrà di base $1^m,50$, e d'altezza $0^m 80$, onde la superficie sua sarà $m^i\ q^i$ 0, 60. La somma de' tre spigoli essendo 12^m, col suo terzo ch' è 4, moltiplicato per $m^i\ q^i$ 0, 60 si avrà in $m^i\ c^i$ 2, 40 il volume del tronco di prisma. Invece quegli agrimensori moltiplicheranno $3^m 75$ (media de' due spigoli A B, e C D) per $1^m,50$ (larghezza C E del mucchio), e ne ritraggono $m^i\ q^i$ 5,625, che moltiplicati per la metà di $0^m,80$, altezza del tronco di prisma, dà $m^i\ c^i$ 2,25, quantità notevolmente minore del vero.

1597. **Argini.** Nella fig. 167 (§ 1231) si è parlato della inclinazione delle sponde degli argini. Riguardando alla specie di corpi geometrici cui appartengono, essi hanno figura talora di prismi triangolari, ma più spesso di prismi indefiniti a quattro facce, l'una poggiante sul terreno, detta base dell'argine, l'altra opposta superiore, detta piano o soglia, mentre le facce laterali chiamansi generalmente sponde, oppure petto dell'argine quella verso l'acqua che dee rattenere, e scarpa quella dall' altra parte. Per calcolare il volume di un argine, è d'uopo conoscere o immaginare la sezione presentata da un piano che lo tagli verticalmente. Questa sezione è un trapezio in cui due lati sono paralleli, e gli altri due antiparalleli: se però l'argine sia a *cresta* cioè senza piano superiore, la sezione sarà un triangolo isoscele: infine può essere un triangolo o quadrilatero irregolare qualunque, se il piano su cui posa non sia orizzontale o le sponde non egualmente inclinate ecc., come sarà palese pel III Libro e pel XII. Quando poi l'argine sia munito d'antipetto, controscarpa ecc., allora si calcolano questi solidi come prismi o parallelepipedi, il cui volume si somma con quello dell'argine, come si dirà negli accennati Libri.

1598. II. **Tronco di piramide.** I letami spesso vendonsi a misura cubica; ma siccome gli ammassi inclinano sempre co'loro spigoli, perchè le

facce pendono verso il centro, così realmente si acquista per un parallelepipedo ciò che in sostanza è *tronco di piramide*. Suppongasi l'ammasso lungo metri 3, largo 1, 50 ed alto 1, 50: un parallelepipedo darebbe per misura $3 \times 1,50 \times 1,50 =$ m^{i} c^{i} 6, 75. Il tronco di piramide, quando la base superiore risultasse lunga m.^{i} 2, 70, e larga 1, 20, offre la base inferiore $3^{m} \times 1^{m},50 = 4^{m},50$ e la superiore $2^{m},70 \times 1^{m},20 = 3^{m},24$. Perciò la media geometrica è $\sqrt{(4,50 \times 3,24)} = 3,818$, rimanendo l'altezza m.^{i} 1,50 darebbe un solido rappresentato (§ 1594) da

$$\frac{1}{3}\, 1^{m},50\, (4^{m},50 + 3^{m},24 + 3^{m}.818) = 5^{m},67,$$

differenza di 1, 08 da m^{i}. c^{i}. 6, 75, ossia quasi del 20 per cento. Lo che renda avvertiti quando si comprino fieni ecc. a vista d'occhio anche sui carri, nei quali pure (fig. 363) sono sempre foggiati a tronco di piramide.

Fig. 363.

1599. Suppongasi tuttavolta che si voglia desumere la vera misura dell'ammasso valutandolo per vero tronco di piramide. Ora, come si regolano eglino i soliti misuratori? Considerano (§ 1596) il mucchio per equivalente a parallelepipedo, la cui base rettangolare abbia per lati le medie aritmetiche degli spigoli omologhi contigui delle due basi, e per altezza quella del tronco. Essi perciò stimerebbero quell'ammasso come parallelepipedo, la cui base fosse $2,85 \times 1,35$, e l'altezza $1^{m},50$. Onde ne trarrebbero

$$(2,85 \times 1,35)\, 1^{m},50 = 3^{m},847 \times 1^{m},50 = 5^{m},77,$$

maggiore del vero pressochè del due per cento. Ma se l'altezza fosse stata 3 metri a vece di 1^{m}, 50, la misura regolare sarebbe metri cubici 11, 558, e l'erronea m^{i} c^{i} 11, 541, ed in questo caso il risultato riuscirebbe minore del vero. Dal che si comprende non riuscire quell'erroneo metodo nemmeno servibile per approssimazione, conciossiachè la differenza ora pecchi per eccesso, ora per difetto.

1600. **Capacità.** Le stesse regole valgono per misurare un poliedro qualunque, ovvero per determinare lo spazio occupato dal medesimo: tanto vale misurare un argine, quanto la fossa in cui esso potesse contenersi, facendo astrazione dalla maggiore o minore compattezza della materia con cui si è formato. La geometria misura l'estensione indipendentemente dalla materia che ne conforma i limiti. Le lunghe fosse per canali o per piantagioni hanno la forma di prisma retto come si è detto per gli argini, salvochè nel trapezio presentato dalla sezione, al disopra è la linea più lunga, e la minore nel fondo; il calcolo della sua capacità è eguale a quello del prisma d'acqua o d'altra materia di cui fossero ripiene.

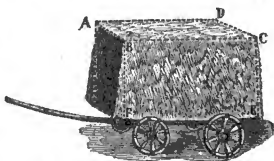
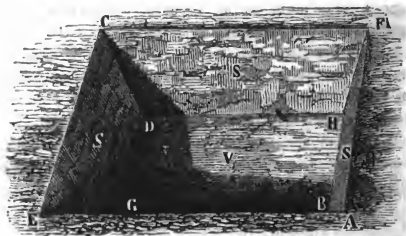
1601. **Vasca o bacino.** Abbiasi un bacino V (fig. 364) le cui pareti S, S, S, S sieno uniformemente inclinate onde riesca un quadrato la superiore sua superficie A E C F, ed altro quadrato quella G B D H del fondo.

Dovremo considerarla come tronco di piramide la cui base è l'ampiezza supe-

Fig. 364.

riore del bacino, ed il cui vertice si troverebbe profondandolo finchè le quattro sponde si riunissero insieme colle loro estremità. Il Teorema CLV ci ha dimostrato come potremo rilevare la sua capacità, per esempio, in ettolitri.

Se il quadrato maggiore A E C F abbia 32^m di lato,
la sua area sarà . . . . $32^m \times 32^m = 1024^{mq}$;
se il quadrato del fondo D G B H lo abbia di 30^m... $30^m \times 30^m = 900^{mq}$.

La media geometrica di queste due aree sarà
$\sqrt{(1024^{mq} \times 900^{mq})}$ . . . . $= 960^{mq}$.

Dunque la capacità del bacino sarà (§ 1594), supponendo di 4 metri la sua profondezza,

$$\frac{1}{3} 4^m \left(1024^{mq} + 900^{mq} + 960^{mq}\right)$$

ossia $\frac{1}{3}\, 4 \times 2884^{mq}$, vale a dire metri cubici 3845,333,

pari (§ 385) ad ettolitri 38453 e litri 33.

1602. III. **Tronco di parallelepipedo.** Avviene di frequente, riponendo sotto porticale M M (fig. 365) i covoni di frumento, di non riempiere affatto regolarmente lo spazio, onde la gregna rimane un parallelepipedo tronco, qual sarebbe A X C Y E F G. Quando la superficie superiore sia disposta piana, comecchè inclinata, la misura se ne ottiene moltiplicando la base (in questo caso E F $\times$ F G) per la media aritmetica, tra due spigoli opposti A E ed Y G. Tal altra fiata la gregna o ammasso di covoni si è regolarmente stratificato sino ad altezza uniforme, onde si ha un perfetto parallelepipedo A C D B E F G: cominciando a trebbiare se n'è tolta tanta porzione da ridurlo al tronco A C X Y E F G. Allora dalla cognizione del frumento ricavato da quella porzione, si può desumere la quantità contenuta

Fig. 365.

nell'intera gregna. A ciò soddisfa calcolare il volume del parallelepipedo completo A C D B E F G, poi quello della porzione sottratta, cioè a dire del prisma A C X Y B D. Supponendo *a* la quantità di frumento estratto dalla porzione trebbiata, *q* la totale indagata, traesi il valore di questa dalla proporzione A E X Y B D : A C D B E F G : : *a* : *q*.

1603. **Muri** ecc. Quando si elevano di grossezza tutta uniforme, si calcolano come parallelepipedi: lorchè scemano a misura dell' altezza, assumono la figura di prismi retti. Quando la grossezza è uniforme, il calcolo della solidità è agevolissimo, perchè basta moltiplicare tra loro le lunghezze di tre spigoli contigui, di cui uno segnerà la grossezza, l'altro l'altezza, ed il terzo la lunghezza. E pel prisma si applicherà la regola al § 1563 rinsegnata. Dalla misura di solidità, fatto il calcolo del parallelepipedo rappresentato dal mattone che vi si impiega, e tenuto conto dello spazio occupato dal cemento, rilevasi il numero dei mattoni occorrevoli per dato muro.

1604. **Ambienti.** Vogliasi calcolare il volume d'aria di una bigattiera rettangolare, lunga metri 10, 42, larga 7, 51, alta 3, 85. Sarà evidentemente 10, 42 × 7, 51 × 3, 85 = 301 metri cubici + 278 decimetri cubici + 670 centimetri cubici. Il qual computo dimostra quanto sia agevole calcolare il volume de' parallelepipedi rettangolari.

1605. **Poliedri simili. Teorema** CLVI. *I volumi dei* POLIEDRI SIMILI qualunque, *stanno tra loro come i cubi dei loro spigoli o diagonali omologhe.*

Siccome potranno concepirsi divisi e suddivisi in piramidi o tetraedri *simili* ciascuni a ciascuni, e questi corpi stanno tra loro come i cubi dei lati omologhi, perciò il teorema rimane evidente.

Teorema però importantissimo per la somma semplicità ed appropriazione a molte pratiche emergenze, e perchè inoltre si estende ai corpi a superficie curve. Se farai la tua piccola casa di campagna esattamente simile a grandioso palagio che tu conosca, tutti gli ambienti grandi e piccoli staranno in proporzione dei simiglianti di quello, come il cubo della lunghezza dello spigolo qualunque o cantonata della casuccia, starà all'omologo, o vuoi analogo, dell'edificio maggiore; ovvero come i cubi dell'altezze o delle lunghezze o delle larghezze rispettive.

1606. **Modelli.** Quindi i coltivatori solerti, i quali a maggiore diligenza, prima di costruire una fabbrica rusticale, ne fanno (come pur vidi alcuna volta) eseguire prima piccoli ma esatti modelletti di legno, hanno agevole computo alla mano per conoscere quanto realmente riesca vasta la stalla, il porticale, e via dicendo. Nel che vuolsi notare la comodezza che presenta lo attenersi, nella costruzione de'modelli, alla scala del centimetro per metro. Allora gli spigoli omologhi stanno tra loro come 1 al cubo di 100, cioè : : 1 : 1000000. Di questa guisa misurando il volume del modello, si moltiplica per 1000000, quantevolte vuolsi trovare quello della costruzione che rappresenta.

[14] Volumi e pesi.

1607. **Pesi specifici.** Quando fosse noto il peso della unità di volume di tutti i corpi, di cui occorre in pratica conoscere le dimensioni, queste

dal loro peso agevolmente si dedurrebbero. Così essendo noto il peso dell'acqua, la quale pura (alla temperatura di 4 gradi del termometro centigrado, e sotto la pressione atmosferica di $0^m, 76$) pesa per litro un chilogrammo, se troviamo che a riempiere un vaso ne occorrano 20 chilogr., dedurremo essere la capacità del medesimo di 20 litri. Per converso, sapendo che il vaso contiene 20 litri, ne inferiremo che il peso dell'acqua ch'e' contiene, aggiugne 20 chilogrammi. Questo peso dell'unità di volume è la gravità specifica di cui si disse, e l'unità di volume è il decimetro cubo. Quindi gioverà molto la tabella de'pesi specifici de'corpi più alla mano, quale daremo a suo luogo.

1608. **Esempli.** I. Alcuni marmi hanno di peso specifico 2, 837. Come può rilevarsi il peso di un ceppo di marmo a forma di parallelepipedo rettangolo, lungo 15 decimetri, largo 12 ed alto 9...? Ne ricaveremo il volume $= 15 \times 12 \times 9 = 1620$ decimetri cubi, i quali moltiplicati per chil. 2, 837 daranno il peso di quel ceppo in chil, 4595, 94.

II. Inversamente, sapendo che un'anfora ripiena d'olio d'olivo pesa chilogrammi 16, e vuota soli chil. 7, 2, quale sarà la sua capacità? Il peso specifico dell'olio essendo per medio di chil. 0, 915, il suo peso totale rilevandosi da 16 — 7, 2, cioè chil. 8, 8, lo si divide per quel peso specifico 0, 915; onde traesi il quoziente 9, 617, esprimente il numero de' litri e conchiudesi la capacità dell'anfora equivalere a litri 9, 617.

III. Se una trave d'abete pesasse chil. 344,421, conoscendo che il suo peso specifico è 0, 550, e si volesse indagarne il volume, col dividere il totale peso per lo specifico, si ha il quoziente in decimetri cubici 626, 22. Quando fosse, oltre al peso, noto che la sua larghezza sia centim. 40, e centim. 25 l'altezza o grossezza, per trovarne la lunghezza x, basta risolvere l'equazione $x \times 40 \times 25 =$ d.^{i} c.^{i} 626, 22, onde traesi che quella trave è lunga $x = 6^m, 262$.

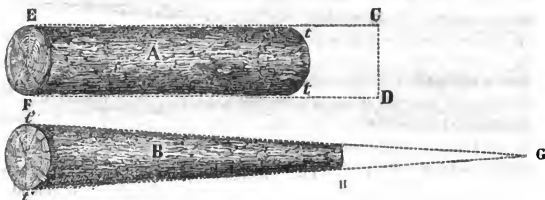
Articolo II. Solidi a superficie curve.

1609. **Due ordini di forme.** Quantunque volte considero i *corpi* di cui è sì ricca e feconda la natura, egli mi pare ognor più verisimigliante distinguersi gli organici dagli inorganici per la loro forma distinta in due ordini; di corpi a superficie piane, spettante agl'inorganici e molecole loro; e di corpi a superficie curve, agli organici e loro particelle appartenente. Concetto singolare e non meraviglievole quando alle proprietà de' due diversi ordini di corpi si riguardi, e del quale al Capitolo della FISICA AGRARIA sarà più concreta investigazione, che tu vorrai ponderare innanzi di colparmi d'avventato o immaginoso. Ripensa intanto, o leggitore benevolo, di quanti corpi organici hai da intrattenerti; dappoichè per la ingenua e stupenda arte tua del coltivare tanti deono germogliare e accestire e nutrirsi e crescere e fruttificare, e quindi se hai debito di non disconoscere le proprietà della loro esterna configurazione, dêi pure tenere a grado i sussidii che la GEOMETRIA porge a comprenderle.

1610. Ma la Natura è sì grande e illimitata, da offerire corpi di forme innumerevoli! Senonchè, adequatamente provvida, donò all'uomo potenza d'ingegno per isvelare le leggi cui quelle forme si coordinano, i modi onde

s'ingenerano gli spazii e i limiti da cui si conterminano. E n'avrai prova se il corpo organico, ch' hai più alla mano, consideri.

1611. **Solidi naturali.** Soventi avvien caso di calcolare la solidità, il volume di un tronco d'albero. Ne disegni uno la fig. 366, diviso in due

Fig. 366.

pezzi, essendo B levato dal pezzo A cui si congiugneva, e disgiunselo il taglio onde le due sezioni *t t* e *t' t'* (§ 1494). Facile avvisi come il pezzo A sensibilmente accosti alla figura C D E F, la quale chiamasi CILINDRO, ed è cilindro di altezza C E, mentre il pezzo A sarà cilindro d'altezza E *t*. L'altro pezzo B, dianzi ad A sopraincumbente, accosta l'altra figura *t' t'* G, la quale dicesi CONO, sol che tronco di cono si rimane, perchè soltanto l'altezza *t'* H raggiugne, e non l'intera *t'* G. Oltrando però nello studio della Natura, trovansi forme le quali non solo accostano, ma pienamente eguagliano le geometriche, e tra gli stessi alberi, in ispecie i *monocotiledoni*, ne danno talora stupendissimo esempio.

1612. **Solidi ridotti.** Perciò un fusto, qual disegnerebbe in A G la

Fig. 367.

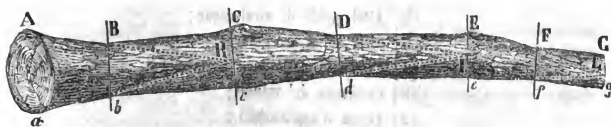
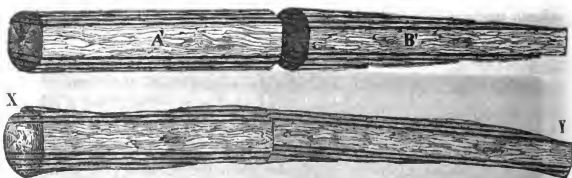



figura 367, o di altre forme variabili, potrà supporsi diviso in pezzi somiglievoli a *cilindri* ed a *coni* o a tronchi loro. I pezzi B *b* C *c*, D E *d e*, F G *f g* accosteranno tanti cilindri. Il pezzo A B *a b* al tronco d'un cono A *a* H; C D *c d* al tronco del cono C *c* I, ed E F *e f* all'altro del cono E *e* L s'agguaglieranno. Soventi l'arte quelle naturali forme a più regolari contorni racconcia, com' ha uopo di fusi, rocchetti, rotoli comunque girevoli, ed altrettali membri di attrezzi o meccanismi. Più spesso dai solidi offerti dalla natura, ne trae quegli artificiali: onde, ad esempio, il fusto intero A G si digrossa o si pialla per isquadrarlo. Ridotto, com'e' dicono, a spigoli *vivi*, quel pezzo A (fig. 366)

scambiasi nell'A' della (fig. 368), e B in B', e l' A G della figura 367 divien

Fig. 368.

l'X Y della 368. L'arte adunque trae dal *cilindro* quel solido cui diemmo nome di *parallelepipedo;* dal *cono* B, il solido G *t' t'* può racconciarsi a *piramide* o meglio suo *tronco;* mentre il fusto A G può anco ridursi a due figure, a *tronco di piramide,* ed a *parallelepipedo.*

1613. **Ordinamento dell'articolo.** Egli si pare adunque manifesto che, o vogliasi calcolare legname *in natura*, e pel suo peso o volume, oppur ridotto a forme convenevoli per uso d'arti e di costrutture, o se n'abbia a vendere o a comperare, sarà pur debito di bravo economo sapere cos'è *cilindro* e *cono,* come apprese che si fossero *parallelepipedo* e *piramide.* Trapasso gli esempi per far aperto tanto essergli anco d'uopo di conoscere della SFERA quanto del *cubo,* e senza più descrivo l'ordine col quale procederanno le analoghe nozioni trascelte tra le più occorrevoli:

[1] Superficie curve;
[2] Del cilindro;
[3] Del cono;
[4] Della sfera;
[5] Altri solidi di rivoluzione;
[6] Altri solidi irregolari;
[7] Confronto delle loro superficie;
[8] Confronto de' volumi;
[9] Cenno d'applicazioni;
[10] Superficie a doppia curvatura.

1614. Possano le applicazioni onde si corredano le ristrette nozioni cui debbo temperarmi, vieppiù svelare l'utilità, per mia stima, non abbastanza compresa, della GEOMETRIA APPLICATA ALL'AGRICOLTURA; divisamento del quale intesi d'offerire tenue saggio nel presente Capitolo.

[1] Delle superficie curve in generale.

1615. **Superficie di rivoluzione.** A niuno per avventura è ignoto quel giuocherello de'ragazzi, onde facendo girare rapidamente un fuscelletto

nella sua punta incandescente, par di scorgere un compiuto anello di fuoco. Se invece si adoperasse un sottile carbone acceso, anzichè di cerchio, si avrebbe l'immagine d'una specie d'imbuto ovvero di tubo di fuoco, secondo il modo col quale lo si ruotasse. Conciossiachè non resterebbe visibile soltanto quel cerchio A B C D (fig, 369) ovvero E F G H, ma tutta la su-

Fig. 369.

perficie, ossia tutta la strada, tutto lo spazio percorso dal filo di ferro rovente o carboncello infiammato, come n'offre in parte la vista la stessa figura in M A B D C ed in N E F H G. Similmente accade di una *superficie di rivoluzione*, la quale si considera generata da una linea M A, o N E. La prima, aggirandosi attorno il punto M, circoscrive uno spazio la cui figura M A B C D chiamasi CONO. L'altra muovendosi in N, sempre parallela a se stessa, cioè descrivendo un circolo tanto in N che in E, segna il contorno della superficie limitata per un capo dal circolo E F G H, per l'altro dal circolo O P Q R, ed è detta CILINDRO.

Se non che nè la mano M, nè la N potrebbero afferrare il filo di ferro rovente o il fuscello per intero affocato. Che avverrà egli quando vogliasi nondimeno tentare questo giuocherello? Converrà che non arda un tratto M *m* od N O. Ed allora il cono incandescente apparirà solo da *m n* ad A B C D, come il *cilindro* lo è soltanto da O P ad E F G H. La prima superficie sarà quella del *tronco di cono;* sarà l'altra un pezzo di *cilindro.* Perchè non dico *tronco* all'ultimo, come l'ho detto a quello, da quanto dissi al § 1610 e 1611 è già da comprendere; oltrechè verrà chiaro nel parlar più sotto del cilindro e del cono. Come si apprenda la forma della SFERA, l'accenno dipoi al § 1620, e più ne sarà discorso parlando della sua generazione.

1616. **Generatrice** chiamano i geometri quella linea, onde la superficie ch'essi considerano è ingenerata.

1617. **Direttrice** è la curva (come nel precedente caso quel circolo) che la *generatrice* dee incontrare in qualsiasi posizione, o quasi ormeggiare nel suo movimento.

1618. Se quella *generatrice* in quello incontro si conservi tuttavolta sempre parallela a se stessa (come nel caso della N E su contemplata) genera la *superficie cilindrica*. Se invece, nell'atto in cui passa per tutti i punti della *direttrice* coll' altro estremo s'attiene a un primo punto fisso, come nel caso della M A, ne deriva la *superficie conica.*

Or supponi che divenga invece *generatrice* una curva, e riesca *direttrice* una retta, e per più speciale condizione poni in moto come generatrice la semicirconferenza di un circolo, il quale ruoti attorno il suo diametro

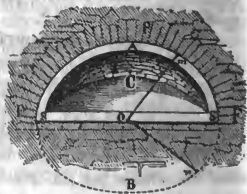
fisso in condizione di linea *direttrice*. Quel circolo, compiendo il suo giro avrà creato la più bella e perfetta forma di solido, qual è la SFERA.

1619. La **superficie sferica** è adunque generata da un circolo. Ma il circolo è un poligono di lati di numero infinito (§ 1402): quindi la superficie sferica potrà pure tenersi in conto di un *poliedro* composto di minime facce innumerevoli. Per vero dire quelle facce sono pressochè punti, ma se di una qualunque di quelle minime facce si protraggano i minimissimi lati, si avrà l'idea del piano che può in quel punto esser tangente della sfera. Si vide al § 1580 la forma dell'*icosaedro:* in luogo di venti facce immaginiamone mille, dieci mila, un milione, e noi potremo pareggiare quel *poliedro* alla *sfera*. Lo che avviene spesso di fatti ne'corpi materiali: è poi quel supposito, sul quale i geometri edificano le dimostrazioni delle proprietà di questo solido.

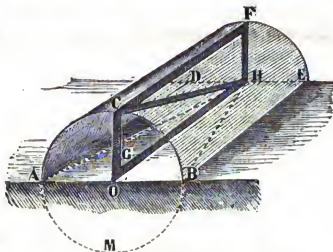
1620. La **superficie cilindrica**. Per analoga ragione i due circoli, linee direttrici nella generazione del *cilindro,* ponno paragonarsi a due *poligoni* d'innumerevoli lati, onde offriranno innumerevoli angoli. Se questi s'immaginano congiunti da rette condotte da un circolo all'altro, si comporranno tanti piani rettangoli di larghezza minima, lunghi quanto è il cilindro. E questi piani se grandeggino pure in larghezza, saranno i piani tangenti del cilindro. Nè d'altro modo adoperano a fabbricare gli alberi girevoli dei mulini, e quelli de' navigli, e i rotoli per trebbiar *grani* o appianar campi. La superficie laterale *cilindrica* (oltre quella dei due circoli) s'accosta al complesso delle facce del prisma composto d'infinito numero di rettangoli minimi, come di spesso accade ne'corpi in natura, e come per la sfera (§ 1619) suppongono i geometri nelle loro dimostrazioni.

1621. La **superficie conica** al suo vertice, ossia a quel punto M (fig. 369), sul quale ruota la linea *generatrice*, presenta un angolo detto l'*angolo della superficie conica.* Considerato il circolo o *linea direttrice* come poligono *infinitilatere*, da suoi innumerevoli angoli si ponno condurre infinite rette a quel punto *vertice del cono,* onde la sua laterale superficie potrà stimarsi composta di millenario numero di triangoletti, aventi per base l'infinitesimo latercolo del circolo, e per altezza la distanza che è tra il *vertice* del cono e quel circolo. Rammentando perciò la *piramide*, cui fosse base un poligono di migliaia di latercoli, tra il *cono* e la *piramide* avremo la relazione che vedemmo esistere tra il *poliedro* e la *sfera*, e tra il *prisma* e il *cilindro.*

1622. **Asse.** Ponendo mente all'ingegno adoperato dal muratore per costruire la volta di forno, esso consta di un arco di legno S A S, il quale ruoti attorno alla linea S S qualunque, purchè il suo mezzo passi per O centro della base del forno emisferico. Quella linea S S è l'*asse* di quel solido, mentre quell'arco è la curva generatrice di quella forma; e tanto la SS rimane *asse* s'essa curva sia un semicerchio, nel qual caso il forno ha figura

Fig. 370.

di regolare emisfero, quanto se sia una semiellisse come nel disegno. Nel cilindro l'*asse* è la linea, onde congiungonsi i centri de' due circoli o linee direttrici. Nel cono, l'*asse* è, quella dal vertice condotta al centro della sua direttrice, che è pur il circolo.

Però quel muratore talvolta col solo spago *o m*, tanto disegna il cerchio A B C D, base della volta o forno ch'e' voglia costruire, quanto se ne vale per edificare mano per mano la volta stessa, senz'uopo di semicircolo generatore. Onde si dimostra generarsi le superficie affatto curve, anco con una sola linea rivolgentesi per ogni verso attorno ad un punto. Se poi si voglia più chiara idea dell'asse del cilindro e del cono, riguardando l'altra figura (fig. 371), scorgesi che per costruire una volta a cilindro A B C D E F

Fig. 371.

vale il rettangolo G C F H, il quale s'aggiri come impernato nella linea O H, la quale è l'asse del cilindro supposto completo; e lo sarebbe se il rettangolo compiesse tutto il suo rivolgimento, ormeggiando anche l' A M B. Ridotto quel rettangolo al solo triangolo C G H, pur girevole attorno l'O H, nasce il cono A B C H, il cui asse è l'O H medesima.

1623. Se quel rettangolo C F G H (fig 371) o un semicircolo S A S (fig. 370) abbiano diversa figura, e' potranno generare superficie d'infinite forme; colla sagoma O P S T (fig. 372) si costruisce il forno fusorio o da calce, e tutto dipende dalla natura della linea S T per conseguire ogni specie di modificazione a tali costrutture, sempre regolari, perchè vincolate a quell'*asse* di rotazione O P.

Fig 372.

1624. **Elementi di superficie.** Un disco merlato B M (fig. 373) muovendosi parallelamente lungo la linea M N, genera quel rotolo colle canalature procedenti dalla figura A B C. Chi dovesse calcolare quel solido M A B C N P R, avrebbe a fare opera lunga, laboriosa e difficilmente esatta. E troverebbe egli, nelle no-

zioni relative alla sfera, al cono o al cilindro, quanto gli occorre a siffatta investigazione? S' egli riguarderà ai piccoli semicircoli *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ec., ravviserà facilmente comporsi quel rotolo d'un cilindro di nucleo, generato sulla base circolare di raggio R S, e, calcolatone il solido, v' aggiugnerà la somma de' piccoli semicilindri *a m*, *b n*, *c o*, *d p* ecc. d' altezza eguali, generati sui minori semicircoli *a*, *b*, *c*, *d* ecc. Da questo caso speciale facendo passo ad altri più svariati e composti, non sarà difficile di rinvenire le superficie e volumi in quasi tutti i corpi il cui calcolo ricorra opportuno all'agronomo, e riuscirvi investigando que' piccoli *elementi di superficie* in cui potranno decomporsi, e sono riducibili ai tre predetti solidi geometrici principali.

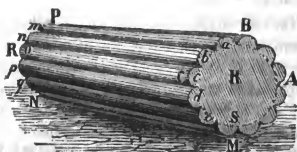



Fig. 373.

1625. Per le quali considerazioni di molto s'agevola lo studio, e il comprendimento delle proprietà de'solidi in questione, e mentre servono allo sviluppo de' più elevati calcoli geometrici, e' mi pare non dovrebbero mai ommettersi tra le prime elementari nozioni, scemando di primo tratto quella apparente distanza, che nel fatto non esiste tra le forme piane e le sferiche de'solidi più alla mano nell' esercizio dell'agricoltura, delle altre industrie e dell'arti.

[2] Cilindro.

1626. **Definizione.** Un solido terminato da tre superficie, due delle quali piane e parallele tra loro, e la terza convessa circolare (§ 1622) è un *cilindro*. Un fusto d' albero può avere alcun tronco a vera forma di cilindro (§ 1611), purchè ne' due tagli verticali presenti due circoli piani ed eguali. Non pochi sono i recipienti a figura di cilindro, come gli *ettolitri*, o sue frazioni, di cui si diè la figura al § 388, e similmente il corpo de' *pesi d'ottone* al § 419; e generalmente i *tubi* per condurre acqua sono a superficie cilindrica, ed in parte il sono alcune foggie di pentole, di *tini* ecc. Se i due piani paralleli B ed A (fig. 374) sono perpendicolari all'*asse* A B del cilindro, cioè alla linea che congiugne i centri de' due circoli opposti, il cilindro è *retto*, com' è il cilindro *a*. Altrimenti il cilindro, come *b*, dicesi *obbliquo*. Se le due basi non fossero *circoli*, ma *ellissi*, il cilindro si chiamerà *cilindroide*.

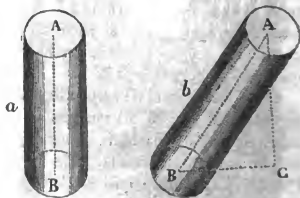
Fig. 374.

1627. **Generazione del cilindro.** Fa supposito (oltre il detto ai §§ 1615 e 1622) che un piano rettangolare A B D C (fig. 375), quasi impernato in B ed A, muovasi girando attorno la linea B A. Il punto D descrive il circolo M B, di raggio B D: l'inferior punto C descrive l'egual circolo N C coll' egual raggio A C. Gli è però manifesto che coll' aggirarsi di D e C, traggon seco la D C, la quale descriverà tutta la circolare e convessa superficie M N D C. Quell'A B, come dissi, è l'*asse;* que' due cerchi, le *basi* del cilindro. Ma la sua *altezza* è la perpendicolare abbassata da una base sul piano dell'altra. Perciò nel cilindro *retto* l'*altezza* è lo stesso che l' *asse ;* nell' *obbliquo*, come in *b* della figura penultima, l' *altezza* non è A B, sì bene l'A C perpendicolare dalla *base* A sul *piano* della *base* B. Nulla può dare migliore idea della generazione della *superficie* cilindrica, come il trapano, il quale, col veloce aggirarsi della *saetta*, o *accecatoio*, genera entro il pezzo di materia un foro a parete cilindrica tanto più ampio quanto è più lunga la *saetta*, cioè la distanza della sua punta dall' *asse di rotazione*.

Fig. 375.

1628. Quando vuoi costruire un pergolato la cui volta è la mezza superficie del cilindro, ora puoi costruirla con tanti regoli longitudinali, e così componi quella superficie secondo quella maniera di generazione; ora invece disponendo tanti semicircoli verticali l'uno presso l'altro ed è quella secondo l'altro modo di generazione; ora infine, siccome accade più di spesso, componendola con lunghi regoli e semicircoli o pertichelle flessibili, e così d'ambo i modi riuniti, è costrutta la volta cilindrica del pergolato. Dunque o disponi i regoli A *a*, B *b*, C *c* (fig. 376) ecc. fitti, l' un accosto all' altro, egualmente lunghi e paralleli, sulla traccia de' semicircoli A G X ed *a g x*, e l'*edera* o il *cisso* o la *vite* o la *glicine* avviticchiate a que' regoli informeranno la volta cilindrica ordita con que' regoli. Ovvero disponi i soli semicircoli A X, P *p*, Q *q* ecc. fitti, l' un all' altro accostato; o finalmente adoperi e semicircoli e regoli, il tuo pergolato sarà pur foggiato a superficie cilindrica, la cui generazione per detti tre modi, non potea più materialmente riescirti palese.

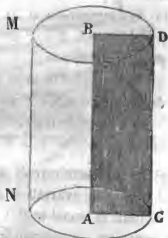



Fig. 376.

1629. **Teorema** CLVII. *La superficie laterale d'un* CILINDRO **retto** *eguaglia il prodotto della circonferenza della base per l' asse o altezza di esso.*

Un cilindro è in sostanza (§ 1622) un *prisma* a basi poligone *infinitilatere,* perciocchè il cerchio sia poligono d'infinito numero di lati. Perciò la sua superficie è da calcolare come quella del *prisma.* La circonferenza della base è $2\pi r$: diciamo a quell' altezza, la superficie laterale cilindrica sarà $2\pi r a$.

Aggiugni le aree delle due basi o due volte πr^2, e la totale superficie del cilindro sarà $2\pi r a + 2\pi r^2 = 2\pi r(a + r)$.

Avvertenza. La superficie del cilindro obbliquo è da calcolare immaginando due *basi* C e D (fig. 377) che lo taglino secondo un piano per-

Fig. 377.

pendicolare all'asse, quando realmente le due basi A e B fossero solo accidentalmente obblique, e la superficie sia generata secondo un cerchio C in piano verticale all' asse. Condotti i diametri C m e D o, e gli assi dell'ellissi $m\,n$ ed o P (§ 1632), comprendesi che le due superficie, cioè la m C n aggiunta e la D o P sottratta, si compensano, sempre che i piani delle due sezioni $m\,n$ ed o P sieno tra di loro paralleli. Ma se la superficie si generò prendendo a direttrice il circolo disegnato sovra piano obbliquo coll' asse del cilindro medesimo, è altro grave bisogna il calcolarla.

1630. **Teorema** CLVIII. *Il volume del* CILINDRO RETTO *od obbliquo, equivale al prodotto della base per l'altezza.*

Quest' è pur analogo al *prisma:* perciò il cilindro a della fig. 374 ha il suo volume espresso da $a = \pi R^2 \times m$; l' altro da $b = \pi r^2 \times n$, quando intendi per m l'altezza A B, e per n l' A C, e per R ed r i raggi dei circoli.

Corollario. Il volume del *cilindro* è tre volte maggiore di quello del *cono* fatto con egual base ed altezza, siccome si vedrà più sotto al § 1649.

1631. **Teorema** CLIX. *I* CILINDRI *stanno fra loro, come i prodotti delle altezze per le basi.*

Ciò consegue dal Teorema che precede : onde per Corollarii: *due cilindri d'egual base stanno tra loro come le altezze;* per converso *se d'eguale altezza, come le basi.* La dimostrazione discende dal ricavare dalle due equazioni (§ 1630) $a = \pi R^2 \times m$, e $b = \pi r^2 \times n$, le proporzioni

$$a : b :: \pi R^2 \times m : \pi r^2 \times n.$$

Quindi se eguali le basi, si avrà $a : b :: m : n$; se eguali l'altezze,

$$a : b :: \pi R^2 : \pi r^2.$$

1632. Le **Sezioni** qualunque, fatte da un piano parallelo alla *base,* danno circoli eguali alla medesima: e qualunque sezione fatta da un piano parallelo all'*asse* offre un parallelogrammo, il quale sarà rettangolo, se sia retto il cilindro. L' intero piano che passi per l' *asse* sarà doppio del piano ge-

neratore, e questa sezione divide il cilindro in due metà, cui si dà il nome di *emicilindro*. Le sezioni poi de' piani inclinati all'*asse*, presentano ellissi: però in certi casi del cilindro obbliquo, offrono sezioni circolari, cioè quando sia generato, com' è detto nell'*Avvertenza* § 1629.

In un bicchiere inclinato B (fig. 378) (il quale quando ben fatto ha parete e base di regolare cilindro) ripostovi entro del liquido a varia altezza, questo si dispone in un piano con quel contorno d' ellisse *mn*. Qualunque sia la grandezza del bicchiere, o meglio del cilindro, l'ellisse offerta dalla sezione, sarà analoga, quando il piano che taglia il cilindro abbia la stessa inclinazione rispetto all'asse del medesimo. Scemando o accrescendo l'acqua nel bicchiere senza modificarne l'inclinazione, l'ellisse sarà sempre identica, perchè il piano del liquido può solo sostenersi orizzontale: più o meno alto sul fondo, sarà sempre parallelo a se stesso. Se nel bicchiere ne ripongo altro appena minore, quando la sua superficie esterna combaci in più d'un punto, anche in soli due, non situati nella stessa retta, dovrà combaciare eziandio con tutti quelli della superficie interna del vaso maggiore. Dalla quale proprietà nasce la costruzione degli stantuffi, de' cannocchiali che più o meno s'allungano strisciando lunghesso le pareti de' tubi ossia cilindri (onde si compongono) l'uno contro l' altro. Non per questo però i cilindri chiamansi geometricamente *simili*: tali soltanto diconsi sotto la condizione di cui al § 1634.

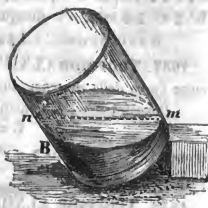



Fig. 378.

1633. **Unghia cilindrica** potrebbe chiamarsi quel segmento di cilindro tagliato da un piano parallelo all'asse, il qual passi tra l'asse stesso e la parete convessa del cilindro, perciocchè quando e' passi per l'asse, ne proviene l'*emicilindro*. Dove il terreno è regolato a dovere nella sua superficie per la coltivazione de' cereali, in ispecie se sia argilloso, suolsi dividere in appezzamenti, a base di parallelogrammo ed a superficie convessa appunto nella forma dell'*unghia cilindrica*. Questa offrono nella loro contenenza i *ponti rovesci*, le fossatelle selciate a *cunetta*, come ne danno esempio le volte di ponti e chiaviche, il cui arco sia porzione di semicircolo.

1634. **Cilindri simili** *sono quelli ne' quali i raggi delle basi sono proporzionali alle altezze.*

1635. **Teorema CLX.** Le *basi* de' cilindri *stanno tra loro come i quadrati delle altezze.*

Dimostrazione. Perchè sieno *simili* due cilindri a e b, deono avere, chiamando R ed r i raggi, m ed n le altezze, $R : r :: m : n$. Stando (§ 1631) $a : b :: \pi R^2 m : \pi r^2 n$, e d' altronde $R^2 : r^2 :: m^2 : n^2$, si trae pure

$$\pi R^2 : \pi r^2 :: m : n, \qquad \text{C. D. D.}$$

1636. **Teorema CLXI.** Le *superficie* laterali de' cilindri simili *stanno tra loro come i quadrati delle altezze, ovvero come i quadrati de' raggi delle basi rispettive.*

Dimostrazione. Chiamando S ed s le superficie laterali di due cilindri a e b, serbate le altre designazioni del Teorema precedente, sarà (§ 1629)

$$S = 2\pi R \times m, \qquad \text{ed} \qquad s = 2\pi r \times n:$$

quindi la proporzione $S : s :: 2\pi R m : 2\pi r n :: R m : r n$.
Ora i cilindri simili hanno (§ 1634) $R : r :: m : n$, i cui termini rispettivamente moltiplicati per m ed n danno $R m : r n :: m^2 : n^2$. Ma si trovò $S : s :: R m : r n$; quindi pure $S : s :: m^2 : n^2$. D'altronde si ha (§ 1633) $R^2 : r^2 :: m^2 : n^2$: dunque eziandio l'altro rapporto di

$$S : s :: m^2 : n^2 :: R^2 : r^2, \qquad \text{C. D. D.}$$

1637. **Teorema** CLXII. *Le aree delle basi de' cilindri simili, stanno tra loro come l'aree delle superficie laterali.*

Dimostrazione. Chiamando C e c, queste basi saranno esse (§ 1402)

$$C = \pi R^2, \qquad \text{e} \qquad c = \pi r^2,$$

d'onde $C : c :: \pi R^2 : \pi r^2 :: R^2 : r^2$; e stando (§ 1636) $S : s :: R^2 : r^2$, sarà pure

$$S : s :: C : c, \qquad \text{C. D. D.}$$

1638. **Teorema** CLXIII. I *volumi de' cilindri* simili *stanno tra loro come i cubi delle altezze,* o *come i cubi de' diametri o de' raggi.*

Dimostrazione. Ove siano V e v i volumi, saranno (§ 1630)

$$V = \pi R^2 m, \qquad \text{e} \qquad v = \pi r^2 n;$$

quindi $V : v :: \pi R^2 m : \pi r^2 n$: ed essendo (§ 1635) $R^2 : r^2 :: m^2 : n^2$, moltiplicando rispettivamente per m ed n (§ 264), sarà

$$R^2 m : r^2 n :: m^3 : n^3; \qquad \text{d'onde si ha}$$

$$V : v :: \pi R^2 m : \pi r^2 n :: \pi m^3 : \pi n^3 :: m^3 : n^3:$$

d'altronde $R : r :: m : n$ dà pure $R^3 : r^3 :: m^3 : n^3$;
quindi

$$V : v :: m^3 : n^3 :: R^3 : r^3, \qquad \text{C. D. D.}$$

1639. **La sfera e il cilindro** (1) hanno tale relazione da dimostrare dopo note le proprietà della sfera (§ 1676 ecc.), ma da citare in questo luogo per comprendere la più bella proprietà del cilindro, il quale abbia pari all' altezza il suo diametro. Prendi un bicchiere ben fatto (fig. 379), ma largo quanto alto, e sì aggiustatamente che, ponendovi entro una sfera di pari diametro, per esempio, una palla d'avorio, ne lambisca essa tutto all'intorno l' interna superficie, e coprendo il vaso con un piano, questo pure accosti, mentre poggia sul suo fondo. Riempiendo quel bicchiere di liquido, esso ne contiene ap-

Fig. 379.

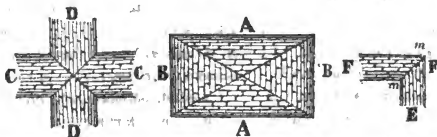
(1) ARCHIMEDE, del quale disse il LEIBNITZ: *Qui Archimedem intelligit, recentiorum summorum virorum inventa parcius mirabitur*, fu l' autore della celebre scoperta della proporzione che ha la sfera col cilindro. Ad onta delle sue mirabili osservazioni sulle *conoidi* e le *sferoidi*, de' calcoli sulla misura del circolo e sulla quadratura della parabola, tanto compiacquesi di quella da desiderare amendue le figure del cilindro e della sfera sul suo sepolcro scolpite. A ragione il VOSSIO non dubitò di chiamare questo grande italiano: *Divini vir ingenii, qui priorum omnium luminibus obstruxit*, ed il WALLIS lo proclamò *Vir stupendæ sagacitatis, qui prima fundamenta posuit inventionum fere omnium, de quibus promovendis ætas nostra gloriatur.*

puntino un terzo di quanto occorre per ricolmarlo, quando se n' estragga la sfera. Adunque *il volume della sfera è due terzi di quello del cilindro di pari ampiezza ed altezza*, che chiamasi in tal caso cilindro *circoscritto* alla sfera. La qual proporzione ammirevole estendesi eziandio alla superficie della *sfera* paragonata coll'intera del *cilindro*, comprese le sue basi, perch' essa, come avviene tra i loro volumi, è il terzo di quella del cilindro circoscritto.

1640. La **intersezione di superficie cilindriche** può accadere di diversi modi.

Le volte cilindriche possono incontrarsi nella stessa direzione, cioè quando i loro assi sieno paralleli, come i tubi che l'uno l'altro s'imboccano: altre volte si traversano mutuamente, e le sezioni d' incontro sono curve piane d'ellisse. Le generatrici s'incontrano per due modi diversi, perchè, per esempio, quelle 'della volta cilindrica C C (fig. 380) scontrano quelle

Fig. 380.

D C C D B A A B F m m F E

della volta D D in modo inverso da quello d'incontro della volta A A tagliata dalla B B (fig. 380). Del che meglio in acconcio luogo, quando sarà pur calcolata l'influenza ne' tubi conducenti acqua, ove nelle risvolte sieno costruiti ad angolo retto come sarebbe il tubo E il quale piegandosi in F F offre nella congiunzione la sezione d' intera ellisse *m m*.

1641. **Applicazione.** È di somma importanza per l'agronomo la cognizione del cilindro. Come in tutte le arti, anco in quella del coltivare, il suo uso estendesi ognindì maggiormente, procurando esso una continuità d'azione vantaggiosissima alla perfezione e sollecitudine de' lavori.

Il **ruzzo** è un cilindro, e ricorre di sussidio all'*erpice* per ispezzare glebe; in altri luoghi, comprimendo il terreno, assicura il germogliamento de' semi; talvolta vale altresì a combattere offese di dannevoli insetti.

Il **rotolo, rullo** o **spianatoio** è pure un cilindro che le terre molto sciolte o mobili, come le sabbiose, rende compatte, e attenua l' evaporazione troppo sollecita dell'interna umidezza. Anco giova per appianare campi, onde risparmio di semente, e più regolarmente sparsa, s' ottiene.

Il **tribolo** è cilindro scannellato, e si usa per rompere capsule a legumi onde cavarne i semi, e per l' ingegno del trebbiare ed altri usi, di cui sarà parola in suo luogo. Servono poi i cilindri per arti sommamente affini all'agricoltura, come nella *filatura del cotone e della canape*, ed in macchine direttamente servibili per la riduzione de' prodotti agricoli, siccome per la stessa canape e pel lino, come sarà detto ove ricorre opportuno. Cilindri sono i *curri* utili a trasporti d' alberi atterrati, e le *girelle* nelle carrucole e nelle taglie, e gli *argani* che valgano a sollevarli, ed alcuni altri ingegni, di cui sarà discorso nel Capitolo della Meccanica Agraria, ed in quello del Libro XXI, relativo all'economia forestale.

1642. **Misura.** Intanto, se praticamente vorrà sapere quanta lamiera occorra per vestire la superficie convessa di un cilindro di 30 decimetri d'altezza e 3 di raggio, in forza del Teorema CLVII moltiplichi il diametro, che sarà 6, per 3,14159, e la circonferenza della base ne rinverrà espressa con decimetri 18,849. Il qual numero moltiplicato per l'altezza 30, darà decim. quad. 565,484, ossia metri quadrati 5,655.

Or qual sarà il volume o capacità di una cisterna cilindrica, profonda 11 metri e 2 decimetri (metri 11, 2) e di raggio metri 4, 3? Pel Teorema CLVIII sarà $\pi r^2 \times m$, ed essendo $\pi = 3,14159$, $r^2 = \overline{4,3}^2$, ed $m = 11,2$ troveremo

$$\pi r^2 \times m = 3,14159 \times \overline{4,3}^2 \times 11,2 = 3,14159 \times 18,49 \times 11,2 = 650,585.$$

1643. **Sviluppo.** Le superficie cilindriche appartengono alla classe delle *sviluppabili*. S'immagini segnato il cilindro A B C D (fig. 381) con tante linee parallele, onde si distingua per tanti uguali rettangoletti 1. 2, 3, 4, 5, 6.... Se il cilindro, rivoltolandosi sul piano A B E F lungo la B F, lasci successivamente que' rettangoletti accostati a quel piano, e ne contenga 9 nell'emicilindro di faccia, que' 9 comporranno (ove il cilindro colla linea C D sia giunto in $m\,n$) il rettangolo A B $m\,n$, e proseguendo quel rivolgimento, quando siasi tornato a presentare il rettangoletto 1, la linea A B combacierà la E F, e tutta la superficie del cilindro si sarà svolta, o vuoi sviluppata, in quel rettangolo A B E F, i cui lati E F = A B saranno eguali all'altezza del cilindro, e B F = A E dovranno risultare di lunghezza pari alla periferia delle basi del cilindro medesimo, rettilineata.

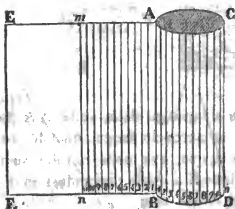



Fig. 381.

Da questa proprietà nasce il modo di fabbricazione di molte specie di tubi e di tutti i recipienti, siccome gli ettolitri e simili, quali fannosi piegando lamine di metalli, onde una lastra B A E F rivolgendosi attorno un cilindro A B C D viene a conformarsi nell'identica superficie laterale cilindrica salva la minima differenza dipendente dalla grossezza della lamiera. Giova pure avvertire il perchè l'arte del torniaio sia fondata su quel modo di generazione dei cilindri, ove il circolo è la generatrice (§ 1628). Di questa guisa la superficie riesce perfettamente cilindrica nel senso traversale non però nel senso longitudinale. I bottai invece, i quali hanno sommo uopo d'esattezza nelle commessure delle doghe, onde compongono i vasi vinarii, seguono l'altro modo di generazione, poichè costituiscono tanti stretti rettangoli che sono come le rette generatrici; quali poi connettono secondo la periferia delle basi ellittiche o circolari che deono servire di fondi a que' vasi. Perciò le arti nelle costruzioni prescelgono quel metodo, secondo che hanno d'uopo di maggiore continuità pel lungo o pel traverso del recipiente. La fabbricazione delle *paniere*, *ceste*, *canestri*, *corbe* ecc. mercè tessuto di vimine, venco ecc., e così dei *gabbioni*, *buzzoni* ecc. è detta da taluni metodo delle *su-*

perficie a traforo. In sostanza riducesi, come avvisai de' pergolati, a valersi de'due modi riuniti di generazione. Ma *satis superque* del cilindro.

[3] Cono.

1644. **Idea del cono.** Qual più agevole concetto per raffigurare il cono di quello insegnatoci dal CAVALIERI? Supponi di elevare un' infinità di circoli eguali uno sopra l'altro, essi comporranno un *cilindro:* se invece questi circoli siano successivamente minori, d'una minima quantità, l'uno dell'altro, costituiranno il *cono.* Il quale è da taluni definito il *solido di forma piramidale rotonda, prodotto dalla rivoluzione d'un triangolo rettangolo attorno un suo cateto.* Ma questo è solo il cono *retto,* mai il cono *obbliquo* o *scaleno.* Diciamo adunque: *Il cono è un solido in forma di piramide rotonda con base circolare* (1).

1645. **Generazione del cono.** Supponi un triangolo rettangolo A B C (fig. 382), il quale, quasi impernato nel suo *cateto* A C, giri attorno se stesso: in questa rivoluzione l'altro cateto B C descriverà un circolo di raggio C B, intantochè l'*ipotenusa* AB descrive una superficie convessa. Più generalmente, una retta A B fissa nel punto A, coll'altro estremo B percorre la circonferenza BDE, come s'è detto al § 1615. Nel qual caso, se il punto A è nella verticale al centro di quel circolo, il cono è retto, come nella fig. 382 se n'è fuori, genera il cono obbliquo (figura 383). L'A C è l'*asse* del cono, A il *vertice*, il circolo B D E la sua *base*, e *lato* del cono è qualunque retta come A B od A E, condotta sulla sua superficie convessa dal *vertice* alla *base.*

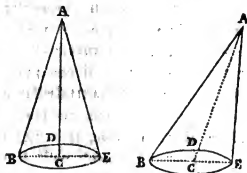



Fig. 382. Fig. 383.

1646. **Conoide** chiamano il solido foggiato come il cono, la cui base anzichè un circolo sia una *ellisse,* nel qual caso dicesi conoide ellittico; o *parabolico*, se il cono è prodotto dal moto d'una *parabola* ecc.

1647. Ricordando la comparazione del circolo a un poligono *infinitilatere* (§ 1623), le proprietà del cono presto a quelle della piramide si ragguagliano, e le dimostrazioni si sparmiano.

1648. **Teorema** CLXIV. La *superficie convessa del* CONO RETTO *eguaglia la metà del prodotto della circonferenza della sua base pel lato del cono.*

Dimostrazione. Sarà dunque $\frac{1}{2} b \times 2\pi r = \pi r \sqrt{(a^2 + r^2)}$, essendo r il raggio B C (fig. 382) della base, b il lato, ed a l'altezza A C. Infatti il *lato del cono* è $b = \sqrt{(a^2 + r^2)}$, perchè dalla figura stessa 382 abbiamo

$$AB_2 = AC^2 + BC^2, \qquad \text{C. D. D.}$$

---

(1) I trattati elementari di geometria spesso riscontransi manchevoli nelle definizioni. Leggo in alcuni: « *Il solido che ha per base un cerchio, che, segato parallelamente alla sua base dà sempre cerchi, e segato per il vertice produce costantemente triangoli, si dice cono.* Ho prescelto quella che almeno s'appoggia alle nozioni da cui è preceduta.

Avvertenza. La superficie totale del cono, compresa la base, sarà $\frac{1}{2} \pi \sqrt{\left(a^2 + r^2\right)} + \pi r^2$: ed essendo b il lato del cono, sarà questa superficie $= \pi \left(\frac{b}{2} + r^2\right)$.

La ricerca della superficie del *cono obbliquo* ossia *scaleno*, non è da queste elementari investigazioni.

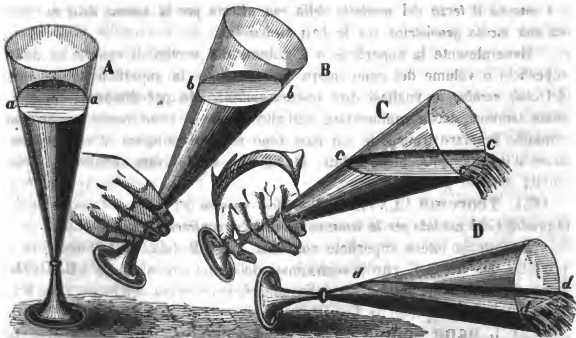
1649. **Teorema** CLXV. Il *volume del* CONO *eguaglia il terzo del prodotto della sua base per l'altezza.*

Ciò è già dimostrato per la piramide. Chiamando V il volume, ed a l'altezza, sarà $V = \frac{1}{3} \pi r^2 \times a.$

Corollario. Il volume del *cono* è la terza parte di quello del *cilindro* fatto con egual base ed altezza. Infatti il volume del cilindro è $\pi r^2 \times a$, il cui terzo è appunto il detto valore di V.

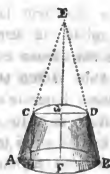
1650. **Sezioni.** Tagliando un cono con piani variamente inclinati, le sezioni offrono figure diverse importantissime. In primo luogo le sezioni fatte con piano che passi pel vertice e per l'asse sono triangoli isosceli, come BAE nella fig. 382, doppi del triangolo ABC generatore. Se il piano passi pel vertice e tra l'asse e a superficie laterale del cono, la sezione è pure un triangolo, e se ne ha il solido cui diremo *unghia di cono*. Se il piano non passi pel vertice, le sezioni offrono curve di cui può darsi la materiale indicazione che segue.

1651. **Idea pratica delle sezioni coniche.** Dopo la celebrità millenaria di queste sezioni, ed a corredo di quanto s'espose intorno alla generazione di varie curve nella SEZIONE III tracorsa, ed a riguardamento delle occasioni assai frequenti nella trattazione di subbietti, sia puramente agrologici, sia agronomici, è d'uopo farsi lucido concetto di questo argomento. Nè mi pare alcun altro più ovvio e intendevole, quanto riguardare ad alcuno di quei bicchieri, pe' vini spumeggianti di solito adoperati. La fig. 384

Fig. 384.

nel bicchiere A, posato regolarmente sul suo piede, dimostra il liquido il

quale, col suo livello *a a* orizzontale e quindi perpendicolare all'asse di quel cono, offre la figura del circolo, com'è area di circolo il piano parallelo conterminato dalla bocca del vaso. Se questo s'inclini a modo che il liquido non ne sgorghi, come accade del vaso B, la superficie dell'acqua dimostra in *b b* la sezione della ellisse. Crescendo l'inclinazione, sgorgando l'acqua per *c c* dal bicchiere C, la curva *c c c* offre quella della parabola, finchè il vaso si declini che la superficie dell'acqua, qual è *d d d* nel quarto bicchiere D, sia parallela all' inferior lato del cono, e allora la curva *d d d* presenta un ramo dell'iperbole. Quel liquido adunque ci prestò il servigio del piano il quale tagli il cono raffigurato dal bicchiere. Per verità si parrebbe che noi avessimo spostato il cono, anzichè il piano per ottenere queste sezioni: però quel liquido dovè spostarsi esso pure per acconciarsi alle forme da noi investigate. Ma facciamone un cenno più geometrico.

1652. Il **Circolo, sezione conica.** Tutte le sezioni del cono retto fatte con piani paralleli alla base, sono circoli. Decrescono eglino dalla *base* montando al *vertice*, perchè i loro raggi diminuiscono nel rapporto della loro distanza dalla base. Il circolo C D (fig. 385) è dunque minore dell'A B, proporzionalmente all'altezza essendo A F : C G :: F E : G E. Stacchiamo il solido C A B D dal cono E A B mercè la sezione C D fatta con piano parallelo ad A B. Questa porzione sarà evidentemente un *cono tronco*, siccome appunto s'appella. Se si consideri isolato, è facile comprenderne la generazione immaginando, non più un triangolo, sì bene un quadrilatero A C F G il quale come impernandosi nel lato F G, s'aggiri attorno se stesso e quindi descriva la superficie convessa A C D B e le due basi circolari A B e C D.

Fig. 385.

1653. **Tronco di Cono.** Teor. CLXVI. *Il volume del* tronco *di cono ha per misura il terzo del prodotto della sua altezza per la somma delle sue basi ed una media geometrica tra le basi medesime.*

Generalmente la superficie o il volume del tronco di cono si ha dalla superficie o volume del cono intero, sottraendone la superficie o volume del *cono residuo*, o vogliasi dire *sopraincumbente*. Ma per dimostrare il presente teorema, basta rammentare null'altro essere il cono tronco se non una piramide regolare tronca, le cui basi sono regolari poligoni d'infinito numero d'infinitamente piccoli lati. Quindi la sua misura confondesi con quella data al § 1594.

1654. **Teorema** CLXVII. La *superficie convessa del tronco del cono eguaglia il prodotto del suo lato per la semisomma delle circonferenze delle due basi.*

Dunque la intera superficie convessa A C D B (fig. 384) eguaglia il prodotto del lato A C per la semisomma delle due circonferenze A B e C D, come diffatto risulta sottraendo dalla superficie convessa dell'intero cono E F, quella del residuo cono G E.

1655. L' **ugna conica** sarebbe il solido proveniente dalla sezione di cono fatta da un piano il quale passi pel vertice, tra l'asse e la superficie

laterale del cono. Le *tegole* comuni sono modellate sovra uno stampo il quale è un *unghia* di tronco di cono: se il fossero sovra forma d'*unghia cilindrica* non potrebbero imboccare a vicenda. Le rastrelliere speciali per contenere la porzione di mangime per ogni cavallo separato, spesso assumono la forma d'unghia del tronco di cono.

1656. **L'Ellisse, sezione conica.** Un cono B C A (fig. 386) suppongasi tagliato obbliquamente da un piano nella direzione della retta F D A, la quale incontra in F fuori del cono il piano della sua base A B. La sezione sarà la curva E Q D H ch'è l'ellisse, il cui asse maggiore è E D ed il minore è *a* Q, cioè la retta condotta perpendicolarmente per mezzo dell'asse E D. Come si disse, tanto l'asse maggiore che il minore dividono l'ellisse in parti eguali. Qualunque sia poi l'inclinazione del cono quando è tagliato da un piano, come sia il cono A' B' C' tagliato dal piano D' E', si ha la figura dell'ellisse D' Q' G' E', purchè la direzione del piano medesimo sia obbliqua alla base A' B', in modo che l'angolo D' F' B' non sia eguale all'angolo C' A' B', nel qual caso l'ellisse diviene un circolo.

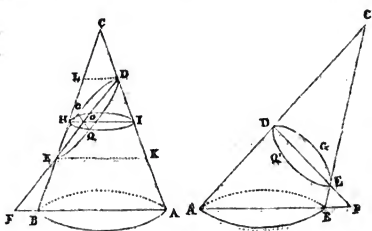
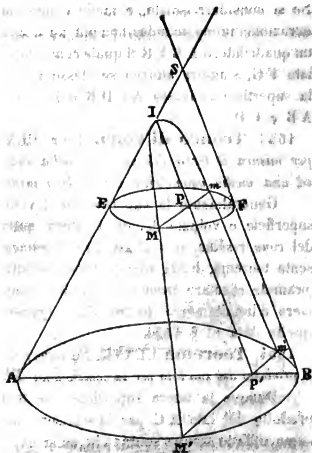



Fig. 386.

1657. **Parabola, sezione conica.** Se taglieremo un cono A S B (figura 387) con un piano I P P' il quale sia parallelo a un piano tangente alla superficie convessa del cono, quale nel nostro caso passerebbe pel *lato* S B, noi avremo per sezione la curva M' M I *m m'*, la quale è la parabola.

Fig. 387.

1658. **L'iperbole, sezione conica.** Immaginato il doppio cono

E D A B C (fig. 388) o, se vuoi, due coni opposti al vertice in A, in modo che i loro assi sieno nella medesima direzione, se un piano secante li tagli amendue, la sezione conica rappresenta l' iperbole le cui due parti separate ed a rami indefiniti sono I M m, ed I' K k, di cui sono I ed I' i vertici, e la I O I' S sarebbe l'*asse* maggiore.

Fig. 388.

1659. Sviluppo del cono. Per meglio chiarire i precedenti Teoremi e perchè si vegga come possa eseguirsi con elementari cognizioni di geometria ciò che malagevolmente potrebbe compiersi senza possederle, propongasi alcuno di tagliare un pezzo di carta a modo che, congiunti i suoi opposti lembi, presenti quella forma di cono tronco onde fannosi riverberi a lumi per attenuarne o concentrarne la luce, quali n'addita la fig. 389. La figura conica sviluppata (§ 1648) eguaglia

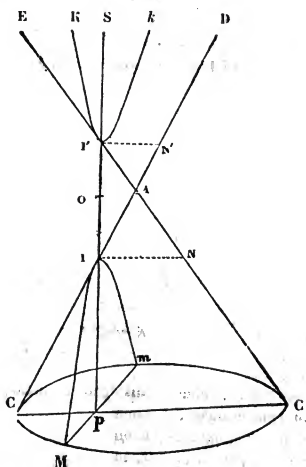



Fig. 389.

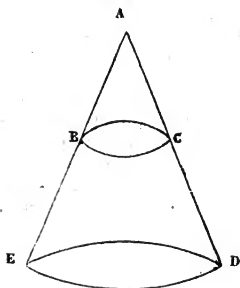
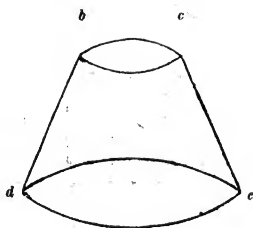
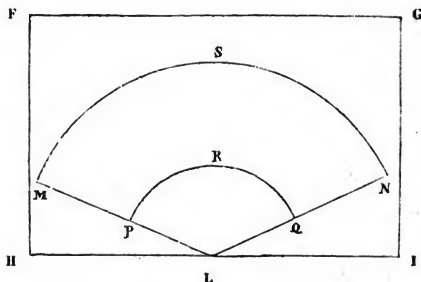



Fig. 390.

il settore circolare di raggio eguale al lato del cono, e di base eguale alla circonferenza della base del cono medesimo. Inoltre il cono tronco (§ 1653) è la differenza del piccolo cono sottratto dal cono intero. Perciò, volendo costruire la superficie $b\,c\,d\,e$ (fig. 390) del cono tronco B C D E (fig. 389) prendi su

foglio di carta, lamiera o latta F G I H (fig. 391) un raggio eguale ad A D, e fatto centro in L, descrivi l'arco di circolo M S N eguale alla circon-

Fig. 391.

ferenza della base inferiore D E del cono: poi con raggio eguale all'altezza A B del minor cono, disegna l'arco P R Q, compreso tra le rette L M ed L N, e perciò eguale alla minor base B C. La superficie L M S N è eguale alla superficie conica A D E, e la superficie L P R Q eguale alla A B C. Tagliando perciò la figura compresa tra M S N, P R Q, M P ed N Q e avviluppandola in modo da congiugnere i lati M P e Q N, si avrà la superficie laterale del cono tronco ricercato *b c d e*.

1660. Lo sviluppo delle superficie coniche è adunque un triangolo mistilineo. Il cono S A B (fig. 392) può sviluppare la sua superficie convessa nel triangolo S B C. Quell'arco C B è uguale alla circonferenza A M B: dunque ha per valore 2π O B: ma esso è descritto da un raggio S B, dunque fa parte d'una circonferenza il cui valore è 2π S B. Nè quest'arco B C eguaglia una semicirconferenza se non quando l'angolo O S B è di 30 gradi, perchè allora l'angolo A S B è di 60 gradi, per cui il triangolo isoscele A S B, divenendo equilatero, si ha A B = S B. Quindi O B è la metà di S B, e in conseguenza B C la metà della circonferenza di cui fa parte.

Fig. 392.

1661. **Coni simili.** A opportuni luoghi sarà da ridire su coteste sezioni. Or tornando ai coni interi, stanno adunque tra loro, se d'egual base, come le altezze; se d'eguale altezza, come i diametri delle loro basi. Onde *simili* si chiamano i coni i quali hanno uno stesso rapporto tra questi diametri e le altezze, quelli in somma i cui *assi* stanno tra loro come i diametri delle basi. Di conseguenza i volumi de' coni *simili* stanno nel rapporto de' cubi de' diametri delle basi, e de' cubi dell'altezze; siccome da' seguenti Teoremi è dimostro.

1662. **Teorema** CLXVIII. *Le basi dei coni* simili *stanno tra loro come i quadrati delle altezze.*

La dimostrazione è come corollario del Teorema CLXII, ricavandola cogli artifici di calcolo del § 1635.

1663. **Teorema** CLXIX. *L'area delle superficie laterali de' coni* simili *stanno tra loro come i quadrati dei lati, ovvero dei raggi delle basi o infine delle altezze dei medesimi.*

Parimenti agevole è trarne la dimostrazione per forma analoga a quella del § 1636.

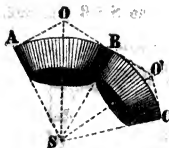
1664. **Teorema** CLXX. *I volumi dei coni* simili, *stanno tra loro come i cubi delle altezze, o come i cubi delle basi.*

È pure corollario del Teorema CLXIII, desumendosi col processo di calcolo del § 1638.

Avvertenza. I coni *simili*, avendo le altezze proporzionali ai raggi delle loro basi, offrono di conseguenza l'angolo conico eguale. Per accertarsene basta confrontare il cono sovraincumbente del cono troncato, il quale naturalmente è simile al cono intero cui appartiene, onde l'angolo al vertice è eguale, perciocchè identico, essendo comune.

1665. **Contatto delle superficie coniche.** Se la generatrice, invece di girare attorno ad un suo punto estremo, compia la sua rivoluzione in altro qualsisia suo punto, genera due coni in una volta, il cui contatto accade ne'due vertici. Questo dimostra la fig. 393. Se poi le due superficie

Fig. 393.

Fig. 394.

girino attorno ai loro assi rispettivi, non cessano di rimanersi tangenti. Quindi quella disposizione di ruote ad angolo, onde, per esempio, il movimento rotatorio secondo l' asse S O' (fig. 394) cambiasi in quello secondo un'altra direzione S O.

1666. **Intersezione di superficie coniche e cilindriche.** È in generale una curva a *doppia curvatura*, di cui ci occuperemo più sotto.

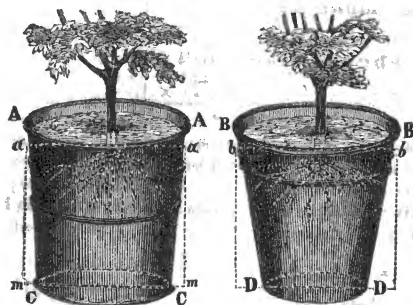
1667. **Cono** e **sfera.** Il cono è la terza parte del cilindro d'egual base ed altezza (§ 1648). La sfera è due terzi del cilindro circoscritto (§ 1639). Dunque il cono, la cui base abbia per diametro quello della sfera, e per altezza questo diametro medesimo, darà da

$$Cono = \frac{cilindro}{3}; \quad Sfera = \frac{2}{3} Cilindro; \quad \text{e} \quad Cilindro = \frac{3}{2} Sfera,$$

$$Cono = \frac{3}{2} \; \frac{Sfera}{3} = \frac{3}{6} Sfera = \frac{1}{2} \; Sfera.$$

1668. **Applicazioni.** Dissi della relazione di figura tra gli alberi e il cono e tronco di cono. Dal seguente cenno pratico di misura si rileverà quale enorme granchio si possa prendere nell'estimare i fusti per cilindrici, mentre sono conici. La maggior parte de' *secchi*, *bigoncie*, *mastelle* sono vasi a tronco di cono cavo, mentre gl'*imbuti*, certe specie di *filtri*, sono coni cavi interi. Le *burghe* da fiumi sono in parte a forma di cilindro, terminando a foggia di cono, mentre i *gorzi* sono tronchi di cono. Nella FISICA AGRARIA terremo calcolo de' coni luminosi onde succede la visione degli oggetti, e nella rurale IDROLOGIA di quelli a scopo d'innalzar l'acqua, oltre altri innumerevoli casi in cui entra la forma di cono o di tronco di cono, dei quali stimo debito trascegliere i seguenti:

1669. **Misura.** Prendansi a calcolare le misure dei due vasi da fiori **A A** e **B B** (fig. 395). Per le sposte definizioni apparirà chiaro essere eglino

Fig. 395.

due tronchi di cono. Abbiano l'eguale altezza ed eguale superficie superiore, mentre il diametro della inferiore base C C dell'uno sia in rapporto di quello della base D D : : 4 : 3, onde l'area C C sta alla D D : : 16 : 9. Se in amendue l'altezza sia 5, e similmente 5 il diametro della bocca, l'area della bocca superiore sarà $\pi\, 6{,}25 = 19{,}634$; la superficie inferiore $CC = \pi\, 4 = 12{,}566$; l'altra DD è $\pi\, 2{,}25 = 7{,}068$. I volumi di questi due vasi, chiamandoli V e v (risultando la media geometrica delle due basi pel primo di 15, 707, per l' altro di 11, 780) saranno (§§ 1650 e 1598)

$$V = \frac{1}{3}\, 5 \left(19{,}634 + 12{,}566 + 15{,}707\right) = \frac{5}{3}\left(47{,}907\right) = 79{,}845;$$

$$v = \frac{1}{3}\, 5 \left(19{,}634 + 7{,}068 + 11{,}780\right) = \frac{5}{3}\left(38{,}482\right) = 64{,}136.$$

Lo che dimostra il difetto dei vasi a fondo troppo minore della bocca, perchè, sotto eguale altezza ed eguale apertura superiore, troviamo le piante entro il vaso **B B** godersi un quinto di terra meno di quelle nel vaso **C C** vegetanti. Questa differenza cresce ponendo mente alla porzione di terra di cui godono le piante entro i vasi, rispetto alla parte superiore alle radici,

come A*a* A*a* e B*b* B*b*; onde il calcolo de' tronchi, per così dire, utili di cono *a*C *a*C e *b*D *b*D dimostra tra loro differenza anco più notevole. Quando poi quei vasi fossero cilindrici come A*m* A*m*, il volume sarebbe (§ 1641)

$$\pi r^2 m = 3,1415 \times (2,50)^2 \times 5 = 98,171.$$

Il quale valore, mentre dimostra perdersi nel minor vaso, colla restremazione, quasi un terzo di capacità, proverà pure all'agronomo l'esattezza de'calcoli geometrici. Conciossiachè il valutare il vaso per un cilindro è come supporre eguali le due basi superiore ed inferiore, ed eguale quindi anco la media; ed infatti per cotale supposito si ritrae l'identico valore del cilindro, essendo

$$\frac{1}{3}\, 5 \left(19,634 + 19,634 + 19,634\right) = \frac{5 \times 58,902}{3} = 98,171.$$

1670. **Gregne, Biche.** D'ordinario gli ammassi di paglie, fieni, strami ecc. si compongono a forma della fig. 396. Si possono considerare come composte di un cono sovraincumbente a cilindro di egual base. Se il suo diametro sia metri 8,5, e l'altezza *a* del cilindro egualmente m.[i] 8,5, il volume della porzione **mnbc** sarà

$$\pi r^2 \times a = 3,14159 \times \overline{4,25}^2 \times 8,5 \ \ldots = 482^{m.c.}77;$$

se il cono **abc** abbia d'altezza *a* m.[i] 4, 55, il suo volume

sarà $$\frac{\pi r^2}{3} a = \frac{3.14159 \times \overline{4,25}^2 \times 1,55}{3} \ \ldots = 86^{m.c.}06.$$

Sommando, si avrà il totale volume in metri cubici . . . $= 568^{m.c.}83$.

Calcoliamo eziandio la superficie laterale di quel colmo conico A**bc**, affine di conoscere quanta tela, quanta paglia, qual estensione d'assito possa occorrere avendo una tettoia di analoga forma a ricoprire. Il diametro **bc** è $8^m, 5$, il lato A**b**, o A**c** qualunque è $6^m,4$: sarà dunque questa superficie (§ 1648)

$$\pi r \times 6^m,4 = 3,14159 \ \frac{8^m,5}{2} \ 6^m,4 = m.^i\, q.^i\ 85,45.$$

Fig. 396.

Per calcolarla più speditamente, come or ora si vedrà (§ 1667), misurato il diametro **de** esattamente parallelo al diametro **bc**, e distante da **bc** quanto dal vertice A, si moltiplica la circonferenza di diametro **de** pel lato A**b**, e si ha l'intiera superficie ricercata.

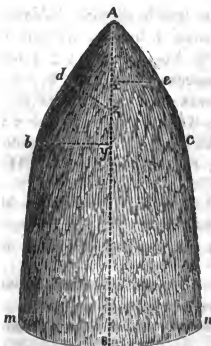
1671. **Cisterne, peschiere, pozzi smaltitoi.** Nelle costrutture di questo genere importa essenzialmente conoscere la superficie laterale di cotesti veri tronchi di cono, per valutare il principale dispendio della loro parete; giacchè la superficie piana nel fondo quasi mai occorre, o trattandosi d'area di circolo è assai facile a calcolare. Ora la superficie laterale del tronco di cono, oltre quell' espressione

del suo valore accennata al § 1663, ha pure per misura il *prodotto del lato per la circonferenza della sezione parallela ed equidistante dalle sue basi.* Supponiamo di scorgere per intero il bacino conico C M B P A S D N (fig. 397), separandolo in due parti con piano verticale che passi pel suo asse E F R avremo la sezione così detta *meridiana* A B C D. Dividasi questa con retta Y Z parallela ed equidistante dalle B C e D A. Per avere la superficie laterale, essa dee risultare (§ 1654) da

Fig. 397.

$$AB \times \frac{1}{2}\left(MBCP + ASDN\right),$$

essendo M B C P la circonferenza di raggio B F, ed A S D N quella di raggio A E. Ora la retta Y H equivale alla semisomma dei raggi B F ed A E, e siccome le circonferenze stanno tra loro come i raggi, ricaveremo la superficie laterale di quel bacino dal prodotto del lato A B per la circonferenza descritta col raggio H Y. Avendo perciò noto il raggio della base inferiore, qual sia, a mo' d'esempio, 6 metri, mentre l'altro eguagli 7 metri, e il lato A B sia 3 metri, calcoleremo agevolmente l'indagata superficie: il raggio H Y dovrà essere la metà di $6^m + 7^m$, e quindi quella circonferenza parallela ed equidistante dalla superiore ed inferiore sarà

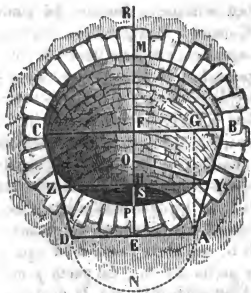
$$2\pi r = 2\pi \frac{6^m + 7^m}{2} = \pi\, 13^m = \pi\; 3{,}14159 \times 13^m = 40^m{,}84,$$

e la ricercata superficie sarà $= 3^m \times 40^m{,}84 =$ m.^{i} q.^{i} 122, 52.

1672. Nel caso antecedente (§ 1670) il raggio superiore è zero, perchè il cono è intero: dunque il raggio da ricercare cioè **d x**, metà di **d e** della fig. 396, sarà la semisomma di **b y** + 0. Ma **b c** = 8^m, 5: dunque **b y** = 4^m, 25, e la sua metà **d y** = 2^m, 125. La circonferenza di raggio **d y** è $2\pi \times 2^m{,}125$ da moltiplicare per A **b** = 6^m, 4; onde la superficie laterale di quel cono A **b c** sarà

$$2\,(2^m{,}125 \times 3{,}14159) \times 6^m{,}4 = \text{m}^i\ \text{q}^i\ 85{,}45,$$

identica a quella trovata al § 1670.

1673. **Tini** ecc. **Altro modo di calcolo. Teorema** CLXXI. *La superficie laterale del cono troncato ha* inoltre *per misura il prodotto dell'altezza per la circonferenza il cui raggio sia la perpendicolare elevata nella sezione meridiana sul mezzo del lato sino all'incontro della perpendicolare.* Cioè, elevata sul mezzo di A B la perpendicolare Y O (fig. 397), sin dove incontra l'asse E R, la circonferenza di raggio O Y, moltiplicata per l'altezza E F, dà la misura della superficie laterale del tronco di cono C B D H (1). Veggiamo, a mo'

(1) Condotta da A la A G perpendicolare alla B F, i triangoli A B G ed O H Y, avendo i lati ciascuno a ciascuno perpendicolari, sono simili; onde si ha

A B : A G :: Y O : Y H;

d'esercitazione, se dato il tino T (fig. 398), i tre diversi modi di calcolare la convessa superficie rechino valori eguali. Supporrò anzi che e' sia pieno onde si possa solo misurarlo esternamente, e quindi così adopererò di due modi: 1° Collocherò l'asta A ben verticale e distante dal punto F quant'è il raggio T G della base superiore di codesto tronco di cono, ponendola in linea del suo diametro G H. Misurato il mezzo *m* del lato G F con piccola squadra in linea G F, da quel punto troverò la normale *m n* la quale sarà eguale alla *m z* parimenti normale al lato G F. 2° Dirizzando altra asta B ben verticale e nella linea del diametro H G, segnatavi l'altezza *bd* eguale a quella del tino, dal punto *p* mezzo della *b d* misuro con regolo e squadra la perpendicolare *p q*, la quale sarà eguale alla *q x*.

Fig. 398.

1674. Avrò adunque la *m n* perpendicolare al lato nel suo punto di mezzo, e la *p q* perpendicolare all'altezza nel suo punto di mezzo. Se l'altezza dell'asse sia 2 metri, e la lunghezza del lato $2^m, 50$, ove la *p q* fosse metri 0, 40, la *q x* sarà 0, 50. La superficie laterale del tino sarà

Iª misura (§ 1669), $2 \times 2^m \times 0,50 \times 3,14159 = 6,28318$;

IIª misura (§ 1670), $2 \times 2^m\ 50 \times 0,40 \times 3,14159 = 6,28318$.

Certo è d'uopo aver molta precisione nel situare quelle aste, perchè la misura dell'*m n* ovvero *p q* riesca esatta. Ma, segnato il centro T del fondo del tino, quando l'A D, come la linea del lato G F, sono in un piano verticale il quale passi per un punto G situato in una linea che l'A D congiunga a T, ed analoghe avvertenze usando per disporre l' asta B, dall' un modo e dall'altro si trae molto facilmente la misura della cercata superficie. Identico risultato darebbe la superficie dell'intero cono **A b c** (fig. 396). Il lato **A b** era $6^m, 4$, il raggio $\mathbf{d\,x} = 2^m,125$. Io cerco l'altezza **A y**, e questa (per le proprietà dell'*ipotenusa*) sarà $= \sqrt{(\mathrm{A\,b}^2 + \mathrm{d\,x}^2)} = 6^m, 036$. Il valore di **d z** l'ho dai triangoli simili **A b y** e **A d z**: onde

$\mathrm{A\,y : b\,y :: A\,d : d\,z}$. Ora **A d** è metà di **A b**,

quindi $\mathrm{A\,d} = 3^m, 2$; $\mathrm{b\,y} = 4^m, 25$; $\mathrm{A\,y} = 6^m, 036$; onde

$$\mathrm{d\,z} = \frac{\mathrm{b\,y \times A\,d}}{\mathrm{A\,y}} = \frac{4^m, 25 \times 3^m}{3^m, 57} = 2^m, 253:$$

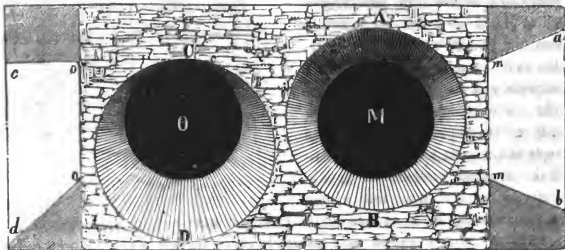
dunque la periferia laterale del cono **A b c** è

$2\pi\,\mathrm{d\,z} \times \mathrm{A\,y} = 2 \times 3,14159 \times 2^m, 253 \times 6^m, 036 = 85^m,45$, come fu trovato al § 1666 ed al 1668.

---

quindi A B : A G :: Y O : Y H :: *la circonferenza di raggio* Y O : *circonferenza* Y H; d'onde l' equazione A B × circonferenza Y H = A G × circonferenza YO : ed essendo A G parallela ed eguale all'E F altezza del cono troncato, rimane dimostrato il teorema.

1675. **Luci di derivazione.** Tra' più gravi subbietti per l'agronomo è da riporre la forma delle luci onde si trae l'acqua d'irrigazione. Quando la luce è circolare, per causa dello spessore del muro, talora il foro prosegue cilindrico, ed offre egual sezione dalla parte del canale e dalla parte di campagna: altre volte la sua bocca esterna è più ampia, onde l'interna ha la luce M ovvero O (fig. 399), per esempio, laddove quella da cui sgorga

Fig. 399.

è A B, o C D. Nel III Libro si ripiglierà l'esame di questa figura, e si calcoleranno le portate relative cui danno luogo, sott'altre pari condizioni, coteste forme di costrutture ed altre più ausate, sia per erogare, sia per ismaltire le acque. Intanto noti l'agronomo la luce AB offerire la forma di tronco di cono retto, siccome la sezione in *m m a b* rende chiaro; la C D invece quella di tronco di cono scaleno, quale dalla sezione *o o c d* è manifesto. L'altezza di questi tronchi, la diversa proporzione tra le due basi, e l'inclinazione dell'asse sono tutti elementi di calcolo nella misura dell' acque derivate, e nel citato Libro si potrà comprendere a che sommino i vantaggi dello avere fatto precedere le presenti geometriche investigazioni.

[4] Sfera.

1676. **Definizione.** Come il circolo è un piano nel cui contorno tutti i punti sono equidistanti da quello situato nel suo centro, così la SFERA è un *solido compreso da una sola superficie uniforme, i di cui punti sono tutti egualmente lontani da un punto in mezzo all'interno del solido, il quale dicesi il suo centro* (1). Spesso appellasi promiscuamente SFERA questo corpo, come la sua sola superficie. Il *raggio* della sfera è qualunque linea condotta dal suo centro alla superficie; e *diametro* la linea qualunque che, passando per quel centro, mette capo da ambo i lati nella superficie.

---

(1) « Credo che l'essere sfera consista nell'aver tutte le linee rette prodotte dal « suo centro fino alla circonferenza, eguali. » GALILEO, *Dialoghi sopra i sistemi del Mondo*, pag. 199. FIRENZE, 1632. Scienza della sfera da taluni è detta quella che insegna il moto e la disposizione de' corpi celesti.

1677. **Generazione.** Supponi un semicircolo ADB (fig. 400) impernato nel suo diametro A B, il quale compia una intera rivoluzione girandogli attorno; esso genererà nel suo movimento una sfera, il cui *asse* A B sarà quel *diametro*, e gli estremi A e B di questo saranno i *poli*.

Fig. 400.

Nella quale rivoluzione soffermandosi a mezzo giro, perverrebbe nella posizione A G B, ed allora è formata l'intera periferia A D B G, la quale chiamasi *meridiano* della superficie sferica. Egli è ben chiaro che, proseguendo la semiperiferia generatrice nella sua rotazione, ad ogni istante compierà indefinito numero di cotali periferie ossia circoli *meridiani* i quali tutti cingeranno la sfera, e passeranno incrociando per que' *poli*.

Similmente è palese che, mentre la curva da A D B passa fino in A G B, il punto D, pervenendo in G avrà descritto un semicircolo che col finire la rivoluzione di quella, esso pure compierà in intero circolo *r s t u*, il cui diametro sarà quella linea D G, eguale all'asse A B. Ma se consideri i speciali punti, per esempio, E ed F, nel rivolgersi la curva generatrice, essi descriveranno periferie parallele tra loro ed a quelle descritte dal punto D, ma che analogamente avranno per diametro la *E M*, la *F N* ecc, onde chiamansi circoli *paralleli* o semplicemente paralleli della sfera, ed hanno per raggio l'ordinate E *e*, F *f* ecc. Qualunque di questi punti, anche sotto la D G, come H ecc. avrà sempre un' ordinata minore del raggio D O; quindi il circolo generato dal punto D sarà il maggiore di tutti, cioè eguale ai meridiani, e perchè loro perpendicolare, distinguesi col nome di equatore.

1678. **Chiarimento.** Se si faccia rotolare un globo sferico, come E S F P (fig. 401), mercè del perno A B, e si osservi come procedano nel movimento della sua superficie, si vedranno tutti i suoi punti girare e descrivere circoli, meno due di essi punti, cioè que' poli P e P. Il punto E, equidistante dai poli P P ed opposto al punto F (unico che la sfera in quiete abbia di contatto col piano M M, quando sopra vi poggiasse), discenderà descrivendo un circolo E F massimo, mentre tutti gli altri *m, m, s, s* ecc. descriveranno circoli paralleli a quello, ma sempre minori quanto più prossimano i poli. Quel circolo E F l'abbiamo detto *equatore*, quegli minori *m n, m n, s t* ecc. *paralleli*.

Fig. 401.

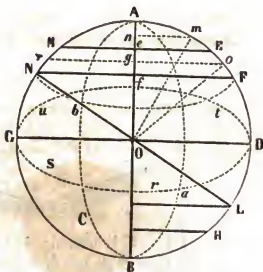
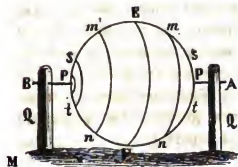
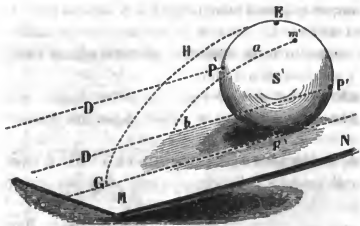
Ora leviamo que' sostegni Q, Q, e facciamo rotolare quel globo nello

stesso senso, cioè attorno agl'identici punti P' P', sul piano M N (fig. 402). Quel

Fig. 402.

punto E analogo all' E della fig. 401, non descrive più un circolo, ma quando giunga a toccare il piano, avrà descritto la mezza cicloide (§ 1452) E H G: similmente descriveranno archi di cicloide tutti gli altri punti *m'* di qua e di là di E; ma i punti P' e P' descriveranno delle linee parallele a quel piano su cui muovesi il globo S' (1). Questa nozione ci riescirà in seguito di speciale interesse.

1679. **Sferoide.** Se invece del semicircolo attorno al diametro, ruotasse una curva a foggia d'ellisse intorno al suo asse, il solido non sarebbe una sfera, ma direbbesi, comecchè impropriamente (2), *sferoide*. Però se la generatrice è vera ellisse, dirai *ellissoide* di preferenza. Quando la curva ellittica abbia girato attorno al grand'asse, chiamano il solido, *sferoide allungata*, e per converso *sferoide schiacciata*, se la rivoluzione della curva sia attorno al minore asse. La figura della Terra sarebbe quella della *sferoide schiacciata*.

1680. **Circolo massimo.** Quando un piano in qualunque direzione passi pel centro della sfera, la intersezione rappresenta un *circolo massimo*, il quale ha sempre per diametro il diametro stesso della sfera.

1681. **Angolo sferico.** Descritti due archi di circolo massimo sulla sfera, al loro incontro che dicesi *vertice* compongono l'*angolo sferico*. Se s'immaginano due tangenti condotte a quegli archi dal punto di loro incontro ossia dal vertice, esse formeranno un angolo piano rettilineo cui si riferisce lo sferico; onde questo è *acuto*, *retto*, ovvero *ottuso*, secondochè riesce *acuto*, *retto*, ovvero *ottuso* quello formato dall'anzidette tangenti.

1682. **Teorema** CLXXII. *Qualsisia diametro della* SFERA *può tenersi per suo asse di rivoluzione.*

---

(1) In alcuni trattati di geometria popolare, mentre si fa osservare il moto di traslazione de' due poli di una biglia sulla tavola del bigliardo, si afferma che tutti gli altri punti della superficie descrivono circoli, confondendo i due casi che ho distintamente contemplati.

(2) Perchè dico io impropriamente? Perchè la terminazione in *oide* aggiugnesi ad una curva quando vuolsi esprimere il solido da quella curva generato, come *paraboloide*, quello nato dalla parabola ecc., ma una sfera potrebb'esser mai la generatrice della *sferoide?*

Se invece di immaginare che il semicircolo A D B (fig. 400) ruoti attorno il diametro A B, ciò si eseguisca mercè del semicircolo D B G, il quale ruoti attorno il diametro D G, esso genererà l'identica sfera A D B G, come accadrà lo stesso per qualsisia semicircolo L E N, attorno all'altro diametro L N.

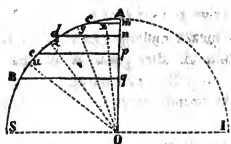
1683. **Corollario I.** Le *sfere* dello stesso diametro sono eguali.

Se infatti hanno lo stesso diametro, avranno eguale l'asse di rivoluzione, quindi eguali i semicircoli generatori.

Corollario II. Le *sfere* di egual diametro hanno eguale superficie.

Corollario III. Le *sfere* d' egual diametro hanno eguali circoli massimi.

1684. **Area della sfera. Teorema** CLXXIII. *L'area della superficie sferica eguaglia il prodotto della circonferenza d'un suo circolo* massimo *pel suo diametro.*

Fig. 403.

Dimostrazione. Rappresenti la figura 403 in A S un quarto di meridiano, A O il semiasse di una mezza sfera S O I, noi possiamo considerare quest' emisfero generato dalla rivoluzione dell'arco A S sul semiasse A O. Riguarderemo questo arco (§1394) come una linea spezzata, composta d'infinito numero d'infinitesimi lati, e quindi suddiviso in minime parti eguali c, d, e ecc. Condotte le cm, dn, ep ecc. perpendicolari all'asse, dai punti di mezzo di que' latercoli, cioè da x, y, z ecc. si conducano i raggi Ox, Oy, Oz ecc., onde unisconsi al centro O, i quali saranno perpendicolari a' detti latercoli Ac, cd, de ecc. La superficie della sfera si comporrà di tutte le minime superficie generate dalla rivoluzione di minimi archi Ac, cd, de ecc. attorno l'asse. Ora Ac genererà la superficie d'un piccolo cono, la cui superficie laterale sarà prodotta dal latercolo Ac, il cui vertice sarà A, e la base un cerchio corrispondente al raggio cm, mentre la sua altezza sarà Am. Il successivo arco dc genererà del pari un tronco di cono, la cui superficie laterale sarà prodotta dal latercolo cd, le due basi avranno per raggio cm e dn, e l'altezza sarà la mn. D'egual modo de, eB ecc. genereranno altri tronchi di cono.

Ma : 1° La superficie laterale del minimo cono generato dal latercolo Ac sarà espressa (§ 1648) dall'altezza Am moltiplicata per la circonferenza di raggio Ox (ossia per quella perpendicolare al lato, di cui si è detto al § 1673);

2° La superficie laterale del successivo tronco di cono generato dal latercolo cd sarà per la stessa ragione espressa da $mn \times$ *circonf.* Oy;

3° La superficie laterale prodotta da de sarà $np \times$ *circonf.* Oz, e quella d'eB, l'avremo da $pq \times Ou$.

Ristandoci a questo punto B, e risultando $Ox = Oy = Oz = Ou$, l'area generata dall'arco A B potrà esprimersi col valore

$$Am \times circ.\ Ox + mn \times circ.\ Oy + np \times circ.\ Oz + pq \times circ.\ Ou$$
$$= (Am \times mn + np + pq)\ circ.\ On = Aq \times circ.\ Ox.$$

Estendendo la dimostrazione a tutto l'arco A S, dovremo fare $Aq = AO$

e la superficie dell'emisfero A S I sarà A O = *circonf.* O x, cioè a dire la circonferenza del circolo massimo della sfera moltiplicata pel suo raggio.

Dunque l'area intera della superficie sferica sarà eguale a due volte quella periferia moltiplicata pel raggio, ossia alla periferia stessa moltiplicata pel diametro.

1685. **Corollario.** *L'area della superficie sferica uguaglia quattro volte quella d'un suo circolo massimo.*

L'area del circolo eguaglia il prodotto della circonferenza per la metà del raggio, ossia per la quarta parte del diametro. Chiamisi S la superficie sferica, C il suo circolo massimo, P la periferia del medesimo, D il suo diametro, si ha per la dimostrazione del § 1684 precedente $S = P \times D$;

d'altronde $C = P \times \frac{D}{4}$ (§ 1402), e quindi $D = \frac{4\,C}{P}$;

perciò $$S = P \times D = \frac{P \times 4\,C}{P} = 4\,C,$$ cioè la superficie della sfera eguaglia quattro volte quella d'un suo circolo massimo.

1686. **Espressione analitica.** Chiamando r il raggio della sfera, la circonferenza di raggio r sarà $2\pi r$. Ora la superficie della sfera (Teorema CLXXIII) eguaglia il prodotto della periferia di raggio r pel diametro ossia pel doppio del raggio r, dunque sarà espressa da $2\pi r \times 2r = 4\pi r^2$. Notiamo questa espressione, la quale tanto significa la proposizione del Teorema CLXXIII, come quella del corollario (§ 1685) perchè πr^2 è l'area del circolo massimo.

1687. **Superficie terrestre.** Sempre che si consideri il globo terracqueo equivalente a una sfera, risultando il suo raggio di *miriametri* 636,62 quale sarà la sua superficie?

Dalla trovata espressione di $4\pi r^2$ (§ 1686) risulterà il ricercato valore dell'area terrestre

$$4 \times 3{,}145926 \times (636^{\text{mir.}},62)^2 = \text{miriam}^{\text{i}}\ \text{qu}^{\text{i}}\ 5092962.$$

1688. **Teorema CLXXIV.** *Le aree delle superficie sferiche stanno tra loro come i quadrati de' raggi o de' diametri.*

Dimostrazione. Chiamando S ed s le superficie di due sfere, R, r i raggi e D, d i diametri, risulteranno (§ 1686) $S = 4\pi R^2$ ed $s = 4\pi r^2$.

Quindi $S : s :: 4\pi R^2 : 4\pi r^2 :: R^2 : r^2$.

Siccome poi $R : r :: D : d;$

Quindi $S : s :: D^2 : d^2,$ **C. D. D.**

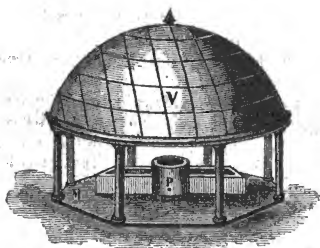
1689. **Esempio.** Vogliasi ricoprire la vôlta sferica V d' un pozzo P con abbeveratoi (fig. 404) con lastre di latta, di zinco ecc. Se per altra vôlta simigliante di due metri di raggio, ne occorsero 25 lastre 1/2, quante ne occorrano per la vôlta il cui raggio sia 3 metri?

Le quantità di lastre dovranno essere proporzionali alle superficie sferiche, quindi a' quadrati de' loro raggi. Porremo adunque la proporzione seguente, dove x rappresenta la quantità ricercata:

$$x : 25,5 :: (3)^2 : (2)^2, \text{ cioè } x : 25,5 :: 9 : 4;$$

onde $$x = \frac{25{,}5 \times 9}{4} = 57\tfrac{375}{1000};$$

dove si è fatto il calcolo sugli emisferi, perciocchè hanno la stessa rela-

Fig. 404.

zione delle sfere. Infatti se occorsero 25, 1/2 lastre per l'emisfero, se ne richiederebbero 51 per la sfera completa;

onde $x : 51 :: 9 : 4$, ed $x = \dfrac{51 \times 9}{4} = 114,35$,

la cui metà è per l'appunto 57,375.

Ho valutato mezza lastra oltre le 25, quali occorrono per l' emisfero di 2 metri di raggio, supponendo lastre di zinco, per es., d'un metro quadrato. Per trovare quella frazione, rilevata l' area dell' emisfero, ci darà

$$2 \pi r^2 = 2 \times 3,1416 \times 4 = \text{m.}^{i} \text{q}^{i}. \ 25,1328,$$

cioè 25 lastre e 1/7 abbondante. Calcolando a lire 7 il metro quadrato la lastra di zinco (del peso di chilogrammi 5 per lastra), la vôlta di 2 metri di raggio peserebbe chilogrammi . . 125,66, costerebbe . . lire 175,98; quella di metri 3 . . . . . . 284,87, » . . . . » 401,625. Onde può desumerne l'economo che, volendo aumentare della metà il diametro d'una tettoia emisferica, la spesa della esterna copritura diventa più del doppio o più esattamente proporzionale all'aumento di spazio orizzontale M N ricoperto.

1690. **Teorema CLXXV.** *Il volume della* SFERA *eguaglia il prodotto della sua superficie per la terza parte del suo raggio.*

Riandando col pensiero alla sua comparazione con poliedro d'infinito numero d' infinitesimi piani, questi saranno altrettante minime basi di piramidi tutte eguali, e d'altezza pari al raggio della sfera. La somma de' volumi di tutte queste piramidi, costituirà il volume della sfera. Ma, perciocchè l'altezza loro è eguale per tutte, anzichè sommarne i loro volumi, potremo sommare le loro basi, e questa somma moltiplicare pel terzo di quell'altezza comune (§ 1553). Allora a quelle basi, cioè alla somma di tutti quelli elementi di superficie sferica, sostituiremo più esattamente la complessa reale superficie della sfera, e moltiplicandola pel terzo di quell' altezza, ch'è il raggio, avremo il volume calcolato appunto secondo l' enunciato del Teorema. Ora la superficie della sfera è (Teorema CLXXIII) $4 \pi R^2$; dunque il suo volume

sarà $$4 \pi R^2 \frac{R}{3} = \frac{4 \pi R^3}{3}.$$

1691. **Avvertenza.** Ne consegue occorrere per conoscere il volume della sfera:

1° *Fare il cubo del suo raggio;*

2° *Moltiplicarlo pel rapporto della circonferenza col diametro;*

3° *Prendere il terzo di questo prodotto.*

Cioè a dire, moltiplicare il cubo del raggio per 4,1888, ch' è quattro terzi di $\pi = 3{,}1415926$.

1692. **Volume della terra.** Supponendola pari ad una sfera di miriametri 636,62 di raggio, il suo volume (Teorema CLXXV) sarà il risultato *del cubo del raggio:* dunque $(636_m, 62)^3 = 258012552$ mir.[1] c.[1] : poi quel cubo moltiplicato per π, cioè $258012552 \times 3{,}1415926$, di cui si prendono quattro terzi, cioè:

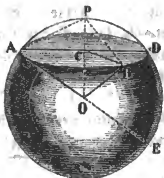
$$\frac{4\ \pi\ R^3}{3} = \frac{4 \times 3{,}1415926 \times 258012552^{\text{mir. cub.}}}{3}$$

$$= 1081 \text{ milioni (circa) di miriametri cubi.}$$

Lo che sarebbe tornato egualmente moltiplicando semplicemente R^3 per 4,1888, ossia $(636^{\text{mir.}} 62)^3 \times 4188 = 258012552^{\text{mir. cub.}} \times 4188 = 1081$ milioni suindicati.

1693. **Sezioni. Teorema** CLXXVI. *Qualunque sezione fatta da un piano nella* SFERA, *è una circonferenza di circolo.*

Supponi una palla vuota di vetro (fig. 405) esattamente sferica entro cui sia alquanto d' acqua. Per qualunque modo tu l'inclini o la rivolga, il fluido presenterà sempre colla sua superficie la forma di un circolo. Se questo cimenti in coppa di cristallo, comunque la riempi e per qualunque senso la rivolgi, purchè l'acqua non sorta dal labbro, la superficie sarà sempre un circolo, se la coppa è un emisfero o altro pezzo qualunque di superficie sferica.

Fig. 405.

1694. **Teorema** CLXXVII. La *sezione è un circolo* massimo, *quando il piano passi pel centro della* SFERA: *in ogni altro caso è sempre minore.*

Il raggio A C è sempre minore di A O finchè quel diametro A D non passa pel centro O, come sarebbe l'A E, nel qual caso confondesi col diametro della sfera.

1695. **Teorema** CLXXVIII. Il *circolo offerto dalla sezione, è sempre minore quanto più il suo piano scostasi dal centro della* SFERA.

È corollario del precedente.

1696. **Teorema** CLXXIX. I *circoli* massimi *si tagliano mutuamente in parti eguali.*

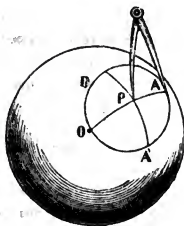
1697. **Emisferi. Teorema** CLXXX. Un *circolo* massimo *divide la* SFERA *in parti eguali,* ossia *in due emisferi.*

1698. **Teorema** CLXXXI. Le *linee tracciate da un compasso sulla* SFERA *sono circonferenze di circolo.*

1699. **Teorema** CLXXXII. Inversamente, *qualsiasi circonferenza delineata sovra una* SFERA *può concepirsi descritta* da un compasso la cui punta im-

mobile sia fissata all' estremità del raggio di sfera perpendicolare al piano di quella circonferenza.

Il circolo A A'O D (fig. 406) si può immaginare descritto da un raggio P A che fa centro in P estremità del raggio O P perpendicolare al piano A D di questa circonferenza. Perciò un compasso il quale abbia una punta ferma in P, e l'altra si muova con apertura A P, accostando sempre la superficie sferica, vi descriverà sopra la circonferenza A A' O D.

Fig. 406.

Avvertenza. È facile comprendere che per descrivere cotali circoli non sarà sempre al caso il compasso ordinario, ma occorrerà spesso il ricurvo (§ 1139). Nella figura penultima 405, si può similmente concepire il circolo A D B delineato da compasso che fa centro in C, e si rivolge descrivendolo con apertura A C.

1700. **Crosta sferica.** A porzioni di sfera e della sua superficie sono assegnati nomi speciali, quali interessa conoscere, anche perchè si applicano a forme di organi vegetali, o di rusticali attrezzi e macchine, o anche a particolari costrutture. La *crosta sferica*, di certa guisa analoga alla *corona circolare* (§ 1408) delle figure piane, rappresenta il solido compreso tra le superficie di due sfere concentriche, una entro l'altra. Una vôlta sferica, fabbricata tutta d'eguale grossezza, è la metà d'un' intera crosta sferica. La cui misura si ha sottraendo dal volume della sfera maggiore la minore. Se $\frac{4\pi R^3}{3}$ e $\frac{4\pi r^3}{3}$ rappresentino i volumi delle due sfere (§ 1690), quello della *crosta sferica* sarà espresso da

$$\frac{4\pi R^3}{3} - \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4}{3}\pi\left(R^3 - r^3\right).$$

La sua superficie invece è espressa dalla somma delle due superficie speciali. Essendo queste $4\pi R^2$, e $4\pi r^2$ (§ 1682), quella della crosta sferica sarà $4\pi R^2 + 4\pi r^2 = 4\pi(R^2 + r^2)$.

Per costruire una vasca appieno emisferica di diametro metri 5, e la cui parete debba essere di spessore metri 0,50; per conoscere la cubatura di questo muramento, l'avremo calcolando l'emisfero esterno, e sottraendone la sua capacità o emisfero interno. Essendo il raggio di questo ultimo metri 2,50, sarà quello dell' emisfero comprendente la spessezza de' muri, metri 3; onde la crosta sferica ossia il muramento

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{4\pi}{3}\left(R^3 - r^3\right) = \frac{4 \times 3,1416}{6}\left(3^3 - \overline{2,50}^3\right)$$

$= 2,0944\ (27 - 15,625) = 2,0944 \times 11,375 =$ m^i c^i 23,823 ; e la capacità di questo bacino sarebbe . . . . . = m^i c^i 32,725.

Dal che si trae che se l'altezza della crosta sferica sta al raggio della sfera interna come 1 : 5, i volumi stanno prossimamente come 3 : 4.

1701. **Spicchio sferico.** Solido separato nella sfera da due piani, i quali passino pel centro. È rappresentato in P A B P' O dalla fig. 407.

1702. **Fuso sferico.** La superficie sferica di cui si compone lo spicchio, quella cioè intersecata dalle semiperiferie de' circoli massimi che si taglino nel diametro comune. Nella stessa figura 407 P A B P' è il fuso dello spicchio sferico.

Fig. 407.

Nella geografia il fuso sferico è determinato da due circoli meridiani. La sua estensione ed il volume dello *spicchio* si esprimono dalle formole

$$\textbf{Fuso}\ 4\,\pi\,r^2\frac{G}{360^\circ};\qquad \textbf{Spicchio}\ \frac{4}{3}\,\pi\,r^3\frac{G}{360^\circ},$$

essendo r il raggio della sfera, e G il numero de' gradi dell'arco equatoriale compreso dai due meridiani, cioè della maggior larghezza del fuso.

Il volume dello spicchio sferico diviene, come l'estensione del fuso un quarto di sfera, se i due circoli massimi si taglino ad angolo retto.

1703. **Triangolo** e **poligono sferico.** Se il fuso sferico sia formato da due meridiani e tagliato nel mezzo da un circolo equatoriale si partirà in due triangoli sferici eguali. In generale, più archi di circoli massimi possono comprendere una porzione di superficie sferica, la quale chiamasi *poligono sferico*.

Fig. 408.

1704. **Settore sferico** è il solido composto in forma di cono a base circolare convessa: consta della superficie conica A O C (fig. 408), il cui vertice è nel centro O della sfera e della superficie sferica A B C.

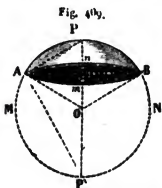
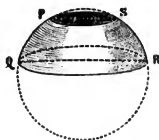
1705. **Segmento sferico** è qualsisia porzione di sfera tagliata da un piano, comunque passi per la sfera medesima. Il circolo formato dal piano secante è la *base* del *segmento*, la cui superficie è detta *calotta* (§ 1706). Perciò A P B (fig. 409) come A M P' N B sono segmenti sferici.

Fig. 409.

1706. **Calotta sferica** è la porzione di superficie sferica compresa dal *settore sferico*, ovvero dal *segmento sferico*. Nella stessa figura 409 A P B è la calotta sferica. La sua altezza C P n' è la *saetta*.

1707. **Fetta sferica,** o anche *segmento a due basi*, è la porzione separata dalla sfera mercè le sezioni fatte da due piani paralleli. Questo solido è rappresentato dalla figura 410 in P Q R S.

Fig. 410.

1708. **Zona** o **cintura sferica** è la porzione di superficie conterminata sulla sfera mercè due circoli paralleli; è la superficie curva della *fetta sferica* o *segmento a due basi*. Nella stessa figura 410, P Q R S presenta la zona sferica.

1709. **Teorema** CLXXXIII. Il *volume del* settore sferico *ha per misura il prodotto dell'area della calotta che gli serve di base, pel terzo del raggio della sfera.* È facile paragonare il settore sferico a un complesso di piramidi di numero indefinito la cui base sta nella calotta, e la comune altezza è il raggio della sfera. Analiticamente la sua cubatura, detto r il raggio della sfera, e K la saetta della calotta, è espressa dalla formola

$$\frac{2}{3} \pi r^2 \text{ K}.$$

Me πr^2 è l'area d'un circolo massimo: dunque il volume del settore si ha pure moltiplicando l'area del circolo massimo per due terzi dell'altezza della calotta.

1710. **Teorema** CLXXXIV. *Il volume* del segmento sferico *ha per misura il volume del* settore *determinato dalla base della* calotta *del* segmento, *detrattone il cono, la cui base è quella del segmento stesso, ed il vertice al centro della sfera.*

Nella figura 409 il volume A B P C si ha calcolando un settore A P B O, e sottraendone il cono di base A m n B, e di vertice O. Se il piano A m n B passi pel centro O, questo cono divien zero, ed il segmento si confonde coll' emisfero. La formola analitica esprimente il volume del segmento sferico è

$$\frac{\pi r^2 m}{2} + \frac{\pi r 3}{6},$$

dove m è l'altezza del cilindro di raggio r, onde il *segmento sferico equivale alla metà del cilindro d'egual base ed altezza, più la sfera che ha per diametro l'altezza medesima.*

1711. Il volume del segmento ha pure *per misura il prodotto dell'area del circolo di raggio eguale all' altezza del* segmento, *pel raggio della sfera diminuito del terzo di quell'altezza;* la cui formola, essendo r il raggio della sfera, e K l'altezza del segmento, risulta

$$\pi \text{K}^2 \left(r - \frac{1}{3}\text{K} \right).$$

1712. **Bacino emisferico.** Per conoscere il semidiametro d'un bacino emisferico, il qual debba, per esempio, contenere 50 ettolitri, ossia litri 5000, trattandosi d'emisfero, i soli due terzi del cubo del raggio moltiplicato pel rapporto del diametro alla circonferenza, deono dare il richiesto volume di 5000 decimetri cubi pari ai 50 ettolitri predetti. Quindi porremo l'equazione

$$\frac{2}{3} \pi x^3 = 5000^{\text{dec. cub.}}, \text{ onde } x = \sqrt[3]{\frac{5000^{\text{d. c.}} \times 3}{2 \pi}};$$

d'onde $x = \sqrt[3]{2386^{\text{dec. c.}}, 386}$, e infine $x = 1^{\text{m}}, 33$.

1713. **Teorema** CLXXXV. *Il volume* del segmento sferico a due basi, *ossia della* fetta sferica *ha per misura la semisomma delle due* basi *moltiplicata per la sua grossezza, aggiunto a questo prodotto il volume di una sfera che abbia per diametro quella grossezza.*

Il volume della *fetta* sferica si può anche ottenere d'altro modo, giacchè *ha per misura il volume della* sfera, *sottraendone i due segmenti ad una sola base determinati dai piani paralleli comprendenti la* fetta *sferica.*

1714. **Teorema CLXXXVI.** *L'area d'una* calotta sferica *eguaglia il prodotto della sua altezza o* saetta *per la circonferenza d'un circolo massimo.*

La zona glaciale del globo terrestre è una calotta sferica la cui altezza è miriametri 52, 65. Per ottenere la sua superficie dovremo calcolare:
$2\pi R \times 25^{mir.}, 65 = 2 \times 3,1415926 \times 636^{mir.}, 62 \times 52^{mir.}, 65 = mir.^i q.^i 210600.$

1715. **Teorema CLXXXVII.** *L'area d'una zona ha per misura il prodotto della sua altezza per la circonferenza di un circolo massimo.*

La *zona torrida* ha per altezza la distanza tra i due piani de' tropici, la quale è circa 507 miriametri; qual è la sua superficie?

Si troverà da
$2\pi R \times 507^{mir.} = 2 \times 3,1415926 \times 636^{mir.}, 62 \times 507^{mir.} = mir.^i q.^i 2028005$
Perciò la *zona torrida* è presso a cinque volte maggiore delle due *zone glaciali.* Qual' è dunque l'estensione delle due zone temperate?

Evidentemente il residuo della superficie terrestre. Onde se ne trae:

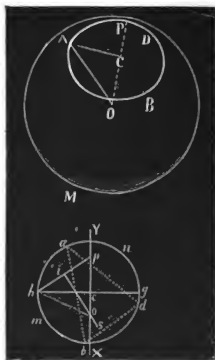
Zone glaciali	210600, 210600;	
		421200 mir.^{i} q.^{i}
Zona torrida		2028005 »
Zone temperate	1321878, 5, 1321878, 5.	
		2643757 »

Superficie terrestre totale . . . 5092962 mir^i quad.$_i$

1716. L'area dunque della *calotta,* come della *zona sferica* hanno per valore la stessa espressione $2\pi r K$, essendo r il raggio della sfera e K l'altezza della calotta o della zona. La dimostrazione discende facile come corollario del Teorema CLXXIII, § 1684. Quindi la somma agevolezza di dividere una superficie sferica in parti eguali. Conciossiachè, diviso in parti eguali il suo asse, i piani perpendicolari all'asse stesso, i quali passino per que' punti di divisione, spartiranno la superficie sferica in due calotte, e il residuo in zone, queste e quelle tutte d'aree eguali tra loro.

Fig. 411.

1717. **Problema LXXXXVIII.** *Trovare il raggio di una data sfera,*

Costruzione. Da un punto descrivi sulla sfera A M D (fig. 411) un piccolo cerchio A B D: poi col compasso ricurvo misura le distanze rettilinee di tre punti qualunque A, B e D di quel cerchio. Con quelle tre misure costruisci il triangolo abd e circoscrivilo col circolo $ambdn$, che sarà eguale al cerchio A B D. Tirato il diametro hg sia elevata sul suo mezzo c la perpendicolare X Y. Coll' apertura di compasso C P (colla quale fu descritto il primo cerchio A B D),

fatto centro in h, taglia la X Y in un punto p, avrai il triangolo $h\,c\,p$ eguale al triangolo A C P. Divisa l'hp per mezzo in i, eleva su questo punto i la perpendicolare $i\,s$, la quale taglierà la X Y nel punto o. La retta $h\,o$ è il raggio indagato della sfera.

Dimostrazione. Evidentemente è $op = oh$, dunque il triangolo A O P = $h\,o\,p$, perchè amendue isosceli e con basi eguali, perchè $a\,p =$ A P, l'angolo $h\,p\,o =$ A P O; quindi pure l'angolo $p\,h\,o =$ P A O, dunque il lato $h\,o =$ P O, ch'è il raggio ricercato.

1718. L'**Intersecazione** della superficie *sferica* colla *cilindrica* e colla *conica* in generale dà luogo a curve a doppia curvatura. Quella di due *sfere* è una circonferenza, il cui piano è perpendicolare alla linea de'centri. Se poi due sfere si tocchino, il punto di contatto è pure nella linea dei centri medesimi.

1719. **Applicazioni.** La superficie sferica non essendo sviluppabile, quando si avesse, ad esempio, a comporre di lastre di zinco la volta di coperta al pozzo, delineata nella figura 404, § 1689, o per qualsiasi altro scopo, conviene ricorrere all' uno de' due metodi; o a quello delle *zone* o a quello de' *fusi sferici* (§§ 1749 e 1750). La natura offre molte specie di semi e di frutti, che hanno in tutto, o in parte forma di sfera o di porzioni di essa. La qual forma poi ricorre di spesso negli attrezzi e macchine rusticali; perchè se rado incontransi complete sfere, sono però frequenti quelle foggiate a porzioni riferibili a segmenti, settori ed altre sezioni di sfera. Le aie ben fatte, ancorchè di forma quadrata, sono però a superficie di calotta sferica. Ne' grossi carri da pesanti trasporti, se i larghi cerchioni avessero figura di zona sferica, anzichè di cilindro, potrebbero in molti casi affaticar meno il bestiame nello spostarli. Ma di queste applicazioni a suo luogo.

1720. **Figura della terra.** A suo luogo eziandio verrà opportuno cenno sul globo terrestre e celeste: ora deesi dilucidare la cagione per cui la distanza per la nostra vista anche sovra esteso spazio di mare, è limitata, quantunque ci gioviamo del sussidio di cannocchiali; e la geometria ne porge l'esplicazione di due interessanti fenomeni.

Supponi un osservatore sovra una torre in B (fig. 412), altro sovra un poggio in b, un terzo sovra monte in m. Raffigura in C H E F il meridiano su cui sono posti que' tre luoghi della terra d, o ed n. Que' tre osservatori sono tutti all'altezza determinata dalla tangente che dal punto B può condursi a quel meridiano. Oltre là dove essa lo tocca, cioè oltre A, l'occhio dell'osservatore più nulla può vedere. Ma la tangente B A è media proporzionale tra la intera secante B C e la sua esterna porzione B d. Quindi

$$BC : AB :: AB : Bd.$$

Dal che deduciamo agevolmente $\overline{AB}^2 = Bd \times BC$, ed il valore di A B ci sarà dato da $AB = \sqrt{(Bd \times BC)}$.

Se fosse l'osservatore B elevato 10 metri, il diametro della terra essendo miriametri 1273,2366 (§ 1692) trarremmo la distanza cui può pervenire a vedere nel mare, o in pianura livellata senza ostacoli, da

$$AB = \sqrt{(\text{mir. } 1273{,}2366 \times 10)} = \text{metri } 11284.$$

La situazione dell'osservatore b, quanto di m, dimostrano occorrer loro per

vedere lo stesso punto A un aumento di altezza proporzionale all'aumento della distanza.

Per la stessa ragione, se in G fosse un vascello, con albero la cui cima sporgesse 10 metri sul livello del mare, l'osservatore B vedrebbe quella cima appena si accostasse a distanza da A di metri 11284, cioè comincierebbe a scorgerlo in distanza doppia di quel tratto di mare che gli è dato di vedere.

Fig. 412.

L'osservatore poi, per esempio, in *m* crede sempre di scorgere all'orizzonte il mare a qualunque spazio indefinito, come se si elevasse: e ciò avviene perchè la superficie terrestre, sempre più accostandosi alla tangente, ossia linea visuale, fa supporre all'uomo di riguardare secondo una direzione per avventura media fra la mx e la mH; onde nasce quella apparente elevazione all'estremità dell'orizzonte visibile.

[5] Altri solidi di rivoluzione.

1721. **Infinite specie.** Qualunque linea, comunque curva o serpeggiante, può ruotare attorno un asse, e in diversi modi inclinata col medesimo. Similmente una figura pur di forma qualunque, può ruotare sopra un suo punto o lato. Quindi le infinite foggie di solidi, detti di rivoluzione.

1722. **Uso nelle arti.** Le superficie di rivoluzione offrono continue applicazioni nelle arti. Un arco di cerchio o d'ellisse produce la superficie di rivoluzione, di cui offrono esempio le botti, le quali sono più o meno convesse. Secondochè l'arco generatore appartiene ad una curva di raggio maggiore, la curvatura (§ 1469 ecc.) è sempre minore, e quindi le botti accostano sempre più la forma cilindrica. Tra le tanto svariate forme d'infiniti solidi, la cui superficie è nondimeno una superficie di rivoluzione, richiamerò quella de' vasi da fiori, per tacere delle campane, delle bocce di

cristallo ed altre molte. Ammollita la creta coll' acqua, il *vasaio* fabbrica vasi, come il vetraio col vetro rammollito mercè del calorico, trae recipienti ad altr'uso, collo stesso sistema di rivoluzione.

1723. Il **paraboloide**, l' **iperboloide**, l' **ellissoide** e tanti altri, sono, come lo **sferoide**, il **conoide**, il **cilindroide**, generati nello stesso modo. Mi limiterò alle superficie di quelli, a' quali occorrà dipoi avere riguardamento.

1724. **Superficie parabolica.** Se il ramo A B della parabola B A C (fig. 413) ruoti intorno al suo asse, come se vi fosse impernato, genererà la superficie curva, cui si dà nome appunto di *parabolica*, conservando ad F il nome di *fuoco* e ad A D quello di *asse*. Se t' avvenga di porre una fiaccola accesa in quel *fuoco*, i raggi luminosi lanciati per ogni verso sulla curva superficie, sono riflessi, o vuoi ribattuti, tutti in direzione parallela all' *asse* A D, e compongono il bel fascio luminoso cilindrico, *m n o p*. Per la stessa ragione, se un fascio cilindrico di raggi luminosi e caloriferi, come quelli del sole, cada sulla superficie parabolica, tutti que' raggi sono riverberati verso il fuoco, e produconvi concentramento di luce e di calore intensissimo.

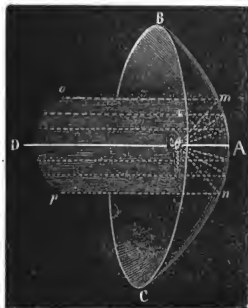
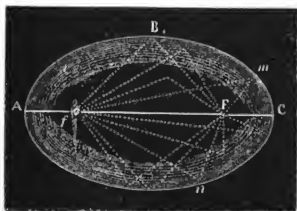
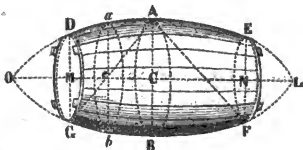
Fig. 413.

1725. **Superficie ellittica.** La semiellisse A B C (fig. 414), rivolgendosi attorno al suo *asse* A C, quanto se vi s'impernasse, genera la superficie ellittica, della quale sono invariabilmente F, *f* i *fuochi*, ed A C l'*asse* maggiore. Se in un de' fuochi poni fiaccola accesa, i raggi riverberati dalla superficie ellittica, sull'altro suo fuoco rimbattono e si concentrano. Se in una sala a volta e pareti ellittiche, due persone si collochino l'una in un *fuoco*, e l'altra nell'altro, possono parlare sotto voce e rispondersi tra loro, senza farsi intendere dall'altre persone che sieno nella sala medesima; e ciò per la ragione che i raggi sonori i quali partono da un fuoco, si riflettono tutti nell'altro fuoco. Ma l'ellissoide è di tale uso pratico che occorre conoscere il seguente Teorema.

Fig. 414.

1726. **Teorema CLXXXVIII.** *Il volume dell'* ELLISSOIDE *di rivoluzione equivale a quello della sfera di diametro eguale all' asse maggiore dell'* ellissi generatrice, *preso tante volte quant'è il rapporto tra il quadrato dell'asse minore, e il quadrato dell'asse maggiore della* ellissi *medesima.*

La *botte* M N (fig. 415) è parte dell' ellissoide O A B L, generato da

Fig. 415.

una semiellisse O A L per rivoluzione intorno al suo asse maggiore O L. Chiamando H l'asse maggiore O L, e K il minore A B, quell'ellissoide sarà rappresentato dalla formola

$$\frac{4\,\pi}{3} \times \frac{H^3}{8} \times \frac{K^2}{H^2} = \frac{\pi}{6} H\,K^2\,.$$

Infatti, se K fosse eguale ad H, l'ellissoide sarebbe una sfera, perchè ambo gli assi eguali rientrano nella condizione de' suoi diametri. Ponendo questo dato in quella formola, essa darà:

$$\frac{\pi}{6} H\,K^2 = \frac{\pi}{6} H^3:$$

ma H è il doppio del raggio R della sfera, onde:

$$\frac{\pi}{6} H^3 = \frac{\pi}{6} (R + R)^3 = \frac{\pi}{6} (2\,R)^3 = \frac{\pi}{6} 8\,R^3 = \frac{8\,\pi\,R^3}{6} = \frac{4\,\pi\,R^3}{3},$$

il quale ultimo valore è il volume della sfera (§ 1690).

1727. **Teorema** CLXXXIX. *Il volume del* segmento ellissoidico, *ad una base, eguaglia la metà del* cilindro *d'eguale base ed altezza, più la* sfera *di diametro pari a cotale altezza, moltiplicata pel* rapporto *del quadrato dell' asse minore a quello dell'asse maggiore dell'* ellisse.

La *botte* M N è minore dell'ellissoide O A B L quant' è il segmento ellissoidico M O, e l' altro N L. Chiamando *m* l' altezza O M del segmento D O G M; *r* il raggio D M della sua base; H l'asse O L, e K l'asse A B, la misura di tale segmento si esprimerà colla formola:

$$\frac{\pi\,r^2\,m}{2} + \frac{4\,\pi}{3} \times \frac{r^3}{8} \times \frac{K^2}{H^2} = \frac{\pi\,r^2\,m}{2} + \frac{\pi\,r^3}{6} \times \frac{K^2}{H^2}.$$

Diffatto, supponendo H = K, cioè che il segmento indagato si riduca a segmento di sfera, ne trarremo come al § 1714

$$\frac{\pi\,r^2\,m}{2} + \frac{\pi\,r^3}{6}\,.$$

1728. **Botte.** Il volume adunque della indicata botte (§ 1726) sarebbe espresso dal valore dell'*ellissoide* dato dal TEOREMA CLXXXVIII, sottraendone due volte quello del segmento dimostrato dal CXC TEOREMA. Onde sarebbe.

$$\frac{\pi}{6} H\,K^2 - 2\left(\frac{\pi\,r^2\,m}{2} + \frac{\pi\,r^3}{6}\right).$$

1729. Il citato esempio del calcolo della botte dimostra come gli oggetti più ovvii offrano elementi di studii di geometriche nozioni non tanto alla mano. Quando poi vogliamo indagare naturali forme organiche delle più comuni, riesce a gran pezza più dimostrata la necessità di non esserne affatto digiuni.

1730. In generale, quando un solido è conterminato da una superficie di rivoluzione, per quanto strana ne appaia la forma, è sempre agevole calcolarne le dimensioni, perchè riducesi in zone, le quali apparterranno a tronchi di solidi geometrici. Le così dette *trombe stentoree*, o *parlanti*, il cui uso talvolta riuscirebbe sì utile nelle grandi coltivazioni, nelle costruzioni di ripari a rotte ecc., e nelle luttuose circostanze d'incendii, sono composte in una forma, la quale con facilità riducesi ad una superficie parabolica congiunta con una ellittica in modo che il fuoco posteriore della ellisse coincida col fuoco della parabola, mentre l'altro fuoco della ellisse corrisponde al posto ove dee applicarsi la bocca di chi parla. Ma di coteste forme, riducibili a quelle di solidi di rivoluzione, si dirà dove ne ricorra l'uopo speciale.

[6] Altri solidi irregolari.

1731. **Provvida varietà delle forme.** Se immenso è il numero dei solidi così detti di rivoluzione, è forse maggiore quello degl'irregolari. La natura è sì feconda nella immensa varietà delle forme, che a prendere cento, mille foglie in una pianta, benchè tutte si somiglino e si modellino sovra un certo stampo, tuttavolta si stenta a trovarne due matematicamente eguali tra loro (1). Questa potenza artistica e magistrale della creazione è il più solenne argomento d'una provvidenza incommensurabile, come il solo esempio delle umane fisionomie ne porge documento incontrastabile. Se una differenza, talvolta indescrivibile, non esistesse nell'aspetto da individuo a individuo, gli uomini non si reggerebbero a società; nabisserebbero in un caos di confusione.

1732. Ma non dobbiamo noi ora intrattenerci di figure di solidi, e non di uomini? Però l'agronomo spesso vuol sapere il volume del magnifico bove d'ingrasso, ed eccoci al caso di corpo tutt'altro che regolare. Un altro, per non dire tutti i più solerti ed istruiti, ama conoscere la forma, la superficie, il volume dell'orecchio nell'aratro Dombasle, o nel Ridolfi, o nel Sambuy: ed ecco altro corpo irregolarissimo. Senonchè la irregolarità stessa delle forme del bove e dell'aratro, per satisfare a determinati fini dell'agronomo, è temperata da condizioni che le fanno aver in conto di regolari, quando alle medesime adempiono.

1733. **Estimazione generica.** Dilungherei troppo se volessi fare cenno degli ingegni geometrici per calcolare le dimensioni in genere dei solidi a forme irregolari. Le nozioni fin qui, benchè di volo epilogate, ci basteranno ove occorra per oggetti qualunque, e in ispecie strumenti, or-

(1) Merita singolare menzione l'opera del Grandi: *Florum geometricorum manipulus regiæ Societati exhibitus*, pubbl. nelle *Transazioni Anglicane* 1713, per le sue osservazioni di nuove curve proprie di alcuni fiori.

digni, attrezzi, macchine, edifizi rusticali, delle cui forme s'abbia da conoscere a pelo. Però nelle seguenti applicazioni si avrà esempio d'alcuno dei casi più frequenti, e perchè non siasi affatto privi di regola per determinare le superficie o volumi di un corpo di forma qualunque, aggiugnerò i due seguenti problemi approssimativi.

1734. **Problema** LXXXIX. *Misurare con approssimazione l'area d'una superficie curva qualunque.*

Si divida in parti minute quanto basta perchè ciascuna possa considerarsi come piana: ognuna di queste aree si calcola come un poligono, e la somma di esse offre l'area indagata.

Data l'irregolare superficie A B C D (fig. 416), è d'uopo supporre di tagliarla con due sistemi di piani tra loro perpendicolari. Si ottengono di tal guisa quadratelli curvilinei, come quello compreso tra 1, 2, 3 e 4. Quanto più piccolissimi e pressochè piana la superficie da loro compresa, tanto più accosteranno a veri rettangoli. Giova però avvertire che saranno sempre una minima quantità minori del vero. E poichè *multa pauca faciunt unum satis*, è convenevole aver ricorso ad una piccola correzione, la quale a dir vero, per lo stesso dettato che *molti minimi fanno alcun che*, diverrà una correzione commensurabile. Del qual dettato alcuni libri di geometria elementare non fan parola; ma io tenendo doversi dir *poco* al poco, come soglio dir *pane* al pane, appunto n'ho posto in avvertenza l'agronomo, perchè gliene farò trovare ne' casi pratici l'applicazione, mentre ora gli offrirò esempio di circostanze in cui poco monta tenerne calcolo.

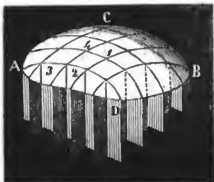
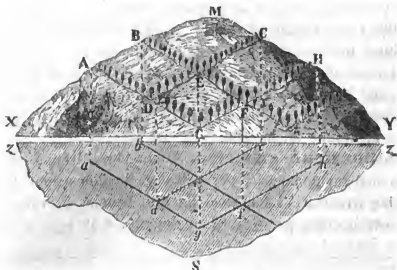



Fig. 416.

1735. **Applicazione a' terreni.** Per le ragioni dette al § 1232 la superficie del colle M X Y (fig. 417) non può contenere maggior numero di

Fig. 417.

vegetabili di quanti ne possano capire nella sua base orizzontale Z S Z:

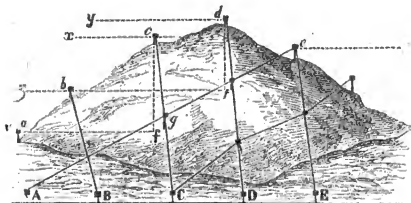
quando adunque si debba calcolare la superficie produttiva X G M Y, che immaginiamo fornita di piantagioni regolari e rispettivamente parallele, poco monta se nel punto D la terra sia più rilevata che in G, e così in E più che in F. Se anco le linee (per esempio, come D E C in E) offrano una specie di convessità, supponendo condotte per quelle divisioni tanti piani verticali, tanti alberi vegeteranno in A D G, come se fossero sulla linea *a d g*, e via dicendo delle altre: nè maggior numero ne starà nello spazio, sia concavo o convesso D E F G, di quello ne stia nel parallelogrammo *d e f g*, quando si voglia che le piante conservino tra loro eguale distanza in linea normale al loro fusto verticale.

1736. **Problema** XC. *Calcolare prossimamente il volume d'un corpo terminato da una superficie curva qualunque.*

Si suppone diviso, mediante due sistemi di piani paralleli tra loro rettangolari, in una serie di parallelepipedi rettangoli troncati, e di piramidi rettangolari, come accenna la fig. 416.

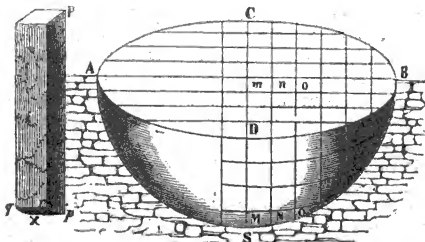
Ricorre pure il riflesso esternato al § 1734, sulle minime correzioni indispensabili in questo calcolo, salvochè sono meno importanti le differenze, come or ora farò manifesto.

1737. **Applicazione a cubature di terre.** Per calcolare il solido rispondente ad informe ammasso di terra, come A B C D (fig. 418), ove si

Fig. 418.

tratti di rilevanti dimensioni, si piantano paline A, B, C, D, E sul terreno orizzontale, collocandone altre *a*, *b*, *c*, *d* ecc. in modo da formare linee visuali, parte parallele tra loro e parte ad esse perpendicolari, lo che si ottiene coll'uso dello squadro. Di tal guisa si hanno le intersezioni di tanti piani verticali paralleli e rettangoli tra loro, e quindi tanti parallelepipedi e piramidi, ma tutti solidi tronchi i cui spigoli delle basi superiori si determinano col livello, siccome sarà detto a suo luogo. Per esempio, l'altezza di *c* sovra *g* verrà determinata dalla differenza tra le linee di livello *c x*, ed *f v* ecc.

1738. **Il grado d'approssimazione** tra il metodo per l'estimazione delle superficie e quello pe' volumi, è sempre maggiore nel secondo caso. Nel primo infatti la soluzione può dare un errore massimo. Sia una cisterna o bacino a forma di emisfero, e voglia rilevarsene la superficie convessa e la capacità. Colla soluzione del Problema XC, supposto diviso il solido in tanti parallelepipedi, la superficie piana A B C D (fig. 419) darebbe

nei quadratelli *m, n, o* ecc. l'estensione dei corrispondenti M, N, O ecc. Ma è

Fig. 419.

ben facile comprendere che la superficie totale, cioè la somma de' quadratelli *m, n, o,* ecc. equivale all'area d'un circolo massimo della sfera, di cui è metà quel bacino A B C D S. Ora la superficie vera di questo *emisfero* è (§ 1685) eguale a due volte quell'area di un suo *circolo massimo:* dunque da questo caso l'errore s'avrebbe di una perfetta metà del vero. Invece se si vuol calcolare la capacità, rappresentando più in grande con P X uno dei parallelepipedi M *m*, ovvero N *n*, l'errore scorgesi limitato al piccolo solido o minimo segmento sferico (§ 1705) compreso tra il piano *pqr* e la superficie convessa X, segmento quasi trascurabile di confronto al parallelepipedo intero PX.

1739. La misura di superficie de' corpi irregolari, e il loro volume si può ancora conseguire mediante l'artificio del MARINONI (§ 1477) sempre che sieno quelle di qualche guisa *sviluppabili* (§ 1745) e generalmente mercè la comparazione con altri corpi geometrici, come apparirà dal breve cenno cui fo passo.

[7] Confronto delle superficie de' solidi curvilinei.

1740. Pel TEOREMA CLXI si è dimostrato come hannosi a calcolare le superficie laterali dei CILINDRI SIMILI; pel CLXIX quelle pure laterali dei CONI SIMILI; infine il CLXXIII dà il calcolo delle superficie SFERICHE. Quando poi si vogliano confrontare tra loro superficie di corpi diversi, come CILINDRO e CONO, ovvero CONO e SFERA ecc. valendosi dell' eguaglianze date al § 1667, e calcolando le superficie relative ai varii solidi, si può agevolmente dedurre come stieno quelle superficie tra loro.

1741. **Cilindro e Sfera.** Dato un CILINDRO, la cui altezza e diametro sieno eguali al diametro di una data SFERA, il volume di questa è due terzi del volume di quello (§ 1639). Supponi questo diametro eguale a 20. Avremo:

Superficie del CILINDRO (§ 1629) $2\pi r(a+r) = 2\pi 10(20+10) = 1884,95$

» della SFERA (§ 1686) $4\pi r^2 = 4\pi 10^2 =$ . . . 1256, 63

Praticamente possiam dunque ritenere pegli usi agricoli, che la superficie SFERICA (nelle date condizioni di dimensione) sta alla *cilindrica*

$:: 12 : 18 :: 2 : 3.$

1742. **Cono e Sfera.** Dato un CONO di altezza eguale al diametro di data SFERA, e di pari diametro alla base, esso ha volume eguale alla metà di quello della SFERA (§ 1667). Supposto quel diametro eguale a 20, avremo: Superficie del CONO (§ 1648):

$$\pi r \sqrt{(a^2 + r^2)} + \pi r^2 = \pi 10 \times 22,36 + \pi 100 = 1016,61 \text{ (1)};$$

Superficie della SFERA (§ 1686) $4 \pi r^2 = 4 \pi 10^2 = 1256,64$.

Dove non è stretta necessità di esattezza rigorosa, si potrà dunque ritenere in pratica che la superficie *conica* (nelle date condizioni di dimensione) sta alla *sferica* :: 100 : 125 :: 4 : 5.

1743. **Cono e Cilindro.** Discende dalle premesse, come dal § 1667, che il CONO eguaglia in volume il terzo d'un CILINDRO di pari altezza e di diametro eguale a quello della base del CONO. Se quest'altezza e questo diametro sieno eguali a 20, raccogliamo dal § 1741 e § 1742:

Superficie del CONO = 1016, 61 ;
» del CILINDRO = 1884, 95.

Nella pratica, se non richieggasi rigore di misura, riterrem dunque che la superficie *conica* sta alla *cilindrica* (nelle date condizioni) :: 100 : 190, ossia :: 10 : 19, o più grossamente :: 1 : 2.

1744. **Rilievi.** I. Se l'altezza a del cilindro fosse eguale alla metà della sua base, avrò la sua totale superficie $2 \pi r (a + r) = 1256,64$, cioè pari a quella della sfera d'egual diametro;

II. Confrontando questi valori, possiamo dedurre a norma pratica, che, costruendo i tre solidi geometrici sòvra egual diametro ed altezza, le superficie totali del *cono, sfera* e *cilindro* stanno allo incirca :: 101 : 125 : 188, e più grossamente :: 5 : 6 : 9;

III. Nel confronto tra il cilindro ed il cono, se leviamo dalle loro superficie il valore delle basi, cioè pel primo $2 \pi r^2$, e per l'altro πr^2, le loro aree laterali, ossia superficie convesse, risultano:

CILINDRO (superficie laterale) 1884, 95 — 628, 31 = 1256, 64 ;
CONO (superficie laterale) 1016, 61 — 314, 15 = 702, 46 ;

IV. La superficie laterale del cilindro risulta 1256,64 e così pure la superficie sferica: dunque quando il diametro e l'altezza del cilindro sono eguali al raggio della sfera, le superficie loro, (escluse le basi del cilindro) sono eguali. Infatti l'espressione $2 \pi r a$ del § 1629 diviene $2 \pi r \times 2 r$ ossia $4 \pi r^2$ espressione (§ 1686) della superficie sferica.

V. Praticamente poi rilevo, quando ho sol uopo di calcolare all' ingrosso nelle notate proporzioni approssimative, che:

Superficie CONICA : *Superficie* CILINDRICA :: 1 : 2;
Superficie SFERICA : *Superficie* CILINDRICA :: 2 : 3;
Superficie CONICA : *Superficie* SFERICA :: 4 : 5.

---

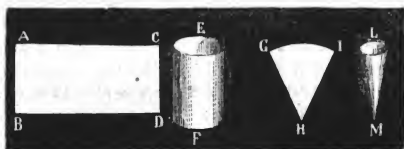
(1) *In alcune copie tracorse un errore a pag. 562. Dove perciò si trovi* $\frac{1}{2} \pi \sqrt{(a^2 + r^2)} + \pi r^2$, deve leggersi $\pi r \sqrt{(a^2 + r^2)} + \pi r^2$ *e quindi invece di* $\pi \left(\frac{b}{2} + r^2\right)$ si legga $\pi r (b + r)$.

VI. La superficie del cubo, essendo 20 il lato, ascende a 2400; onde la superficie sferica sta alla cubica :: 2 : 4, e riassumendo, abbiamo prossimamente le superficie:

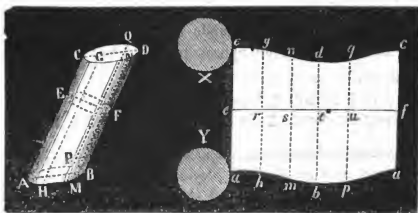
CONICA : SFERICA : CILINDRICA : CUBICA :: 5 : 6 : 9 : 12.

Per verità, questi rapporti, abbastanza approssimativi per la pratica, si verificano solo con quelle condizioni d'eguaglianza nell'altezza e nel diametro; ma ne troveremo non di rado applicazioni assai comode e vantaggiose. E subito poco più innanzi torneranno utili nel confronto de' volumi. Intanto interessa conoscere come si possa rilevare l'area delle superficie, potendo svilupparle.

1745. **Sviluppo delle superficie.** Quando io posso dispiegare e distendere una superficie curva in un piano, senza formar pieghe o increspature, nè lacerazioni, o punto modificarne le dimensioni, quella superficie è *sviluppabile*. Se ripiego una lastra di latta A B C D (fig. 420) in modo da

Fig. 420.

unirne i lembi A B e D C, io posso comporre un tubo E F a superficie regolarmente cilindrica (§ 1643). Similmente dall'altra latta tagliata nella forma della fig. 392, come G H I in questa, raggiungendone i due lembi G H ed H I, potrò ritrarne l'imbuto M L a superficie conica (§ 1660). E per converso quel cilindro e quel cono potrò distenderli, il primo in quel parallelogrammo, e l'altro in quel triangolo mistilineo. Ma è ben diverso il caso, se il cilindro ed il cono sieno obbliqui.

1746. **Cilindro obbliquo.** La superficie del cilindro obbliquo A B C D (fig. 421) assume la forma *a h m b p... e g n d q*, dove *a c* = A C, *h g* = H G,

Fig. 421.

m n = M N, *b d* = B D ecc. Condotte sì vicine l'una all'altra queste rette, onde le porzioni *a h*, *e g*, *h m*, *g n* della curva sviluppata possano ritenersi

come piccole rette, haunosi tanti parallelogrammi *a c g h, h g n m, m n d b* ecc. Le loro altezze sopra una retta *e f*, sviluppo della periferia E F (prodotta nel cilindro mediante una SEZIONE perpendicolare ai lati) daranno

$acgh = ae \times er$ $\quad mndb = mn \times st = ac \times st$

$hgnm = bg \times rs = ac = rs$ $\quad bdpq = bd \times tu = ac \times tu$ ecc.

Quindi la superficie $acdbac = ac(er + rs + st + tu...)$ ossia, essendo $ac = AC$, la misura della superficie convessa del cilindro obbliquo ha per valore *il prodotto del lato moltiplicato pel contorno della sezione perpendicolare al lato medesimo.*

1747. **Cono obbliquo.** La superficie convessa del *cono obbliquo* A B S

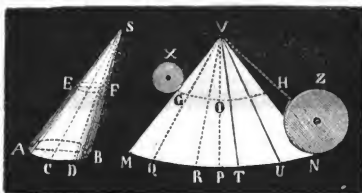



Fig. 422.

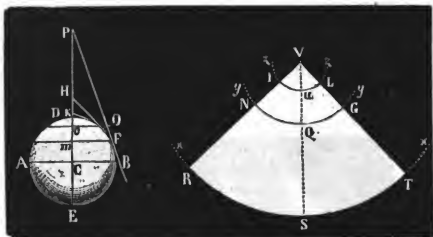
(fig. 422) si sviluppa in due triangoli mistilinei M V P ed N V P eguali tra loro, dove M V, quanto N V, eguaglia il lato maggiore S A del cono, ed N P il minore S B: ciascuna curva M P e P N eguaglia in lunghezza la metà del contorno della base del cono (§ 1659). Ma per determinar queste curve, che non sono archi di circolo come nel cono retto, è d'uopo dividere il contorno A B in tante parti eguali A C, C D, D B ecc. e poi dividere il triangolo M V N con egual numero di rette equidistanti tra loro condotte da V, e farle di lunghezza eguali a que' lati del cono, onde sia V Q = S C, V R = S D ecc. Congiugnendo i punti estremi Q, R, B, T ecc. si descriverà una curva la quale accosterà tanto più la vera, quanto maggiore è il numero delle parti in cui si è diviso il contorno della base del cono.

Per descrivere quella curva sul piano in cui disegnasi l' inviluppo, si può, in pratica, adoperare un disco di legno Z, eguale perfettamente alla base del cono. Si congiugne il suo centro col vertice V mediante verghetta di ferro lunga quant' è la distanza del vertice S del cono dal centro della sua base, e, facendo ruotare il disco sul piano, esso descriverà la curva richiesta N U T P R Q M. Lo stesso accadrebbe col minor disco X per disegnare la curva G O H dell' inviluppo V G H, spettante al minor cono S E F.

1748. **Inviluppo sferico.** Questo però non potrei conseguire colla sfera. Ora dessa è prodotta dalla rivoluzione d'una curva, mentre il cilindro ed il cono sono generati da quella di linee rette. Consideriamo la superficie sferica come generata dal semiperimetro di un poligono di minimi ed innumerevoli latercoli. Questi nella loro rivoluzione produrranno tante zone, tutte superficie coniche, il cui insieme agguaglierà sempre più da presso la su-

perficie totale sferica, quanto più saranno esse numerose, e in conseguenza strettissime.

1749. **Metodo delle zone.** Sia da coprire la superficie della sfera C, di diametro A B (fig. 423), e di cui sarà circolo massimo A B D E.

Fig. 423.

Sieno B F, F O ecc. le larghezze delle zone in cui si suppone diviso, ossia i latercoli di quel circolo massimo che le generano. La zona prodotta dalla rivoluzione del latercolo B F, formerà la superficie del tronco di cono generato da un triangolo rettangolo P C B, che si ottiene prolungando quel latercolo F B fino all'incontro del diametro pure prolungato E D, perpendicolare all'A B. Lo involucro della zona, prodotta dal latercolo F O, sarà quello del tronco di cono generato dal triangolo rettangolo F H *m* ecc.; l'ultima zona sarà l'involucro del cono prodotto dal triangolo K *o* O. Fatto centro in V, descrivansi coi raggi V T = P B, V G = H F, V L = K O, gli archi indefiniti *x x*, *y y*, *z z*, sui quali prendasi la lunghezza R S T eguale alla circonferenza di raggio C B; N Q G eguale alla circonferenza di raggio *m* F, e così I L eguale alla circonferenza di raggio *o* O. Lo spazio R S T G Q N sarà l'involucro corrispondente alla zona di lato B F (§ 1659), lo spazio N Q G L *u* I quello della zona F O, lo spazio V L *u* I quello della calotta prodotta dal lato O K (§ 1705). Quindi il totale triangolo mistilineo V R T sarà l'involucro dell' emisfero superiore A C D B, ed analogamente s' avrà quello dell'inferiore A C B E.

1750. **Metodo de' fusi sferici.** Questo è più usato nella pratica per le arti meccaniche, ma per amore di brevità ne riserberò il cenno quando sia per occorrerne la prima utile applicazione.

[8] Misura e confronto de' volumi.

1751. **Varii spedienti.** È immenso il numero de' corpi e spazi irregolari, la cui forma è affatto diversa dai corpi geometrici, chè altrimenti per quelli più frequenti negli usi della vita sarebbero avvenute modificazioni rilevantissime. Le industrie, le manifatture e l'arti d'ogni specie non potrebbero divagare nella costruzione e fabbricazione d'infinito numero d'oggetti, se dalla sola *stereometria* dipendesse la cognizione dell' estensione o capa-

cità loro. Perciò di gran parte si ottiene la misura coll'indagare il loro peso; di altri col misurare la quantità di liquido che contengono, ovvero quella che discacciano, prendendone il posto colla loro immersione. Infine di molti la stereometria stessa procaccia una estimazione approssimativa, sufficiente allo scopo cui sono destinati.

1752. Si ha ricorso ad immergere un corpo irregolare, da misurare, nell'acqua, quando esso è di piccole dimensioni, e di materia non suscettiva ad alterarsi o disciogliersi nel liquido. Riempiutone un vaso rasente all'orlo, vi s'immerge quel corpo, onde sorte dal vaso la quantità di liquido eguale al volume del corpo stesso. O misurasi il liquido rimosso col mezzo delle metriche misure di capacità (§ 385); ovvero, nota la quantità del liquido prima dell'immersione del corpo, misurando poscia la rimanente, si ha dalla differenza delle due misure, quella dello spazio occupato dal corpo immerso, vale a dire del suo volume. Più facilmente gli spazi irregolari si misurano dalla quantità di liquido che possono contenere. Il presente metodo non è però rigoroso, perchè alcun poco di liquido si disperde, o rimane aderente alla superficie del corpo estratto dopo l'immersione, o alle pareti del vaso, ed anche de' recipienti adoperati per la misura.

1753. Si ha ricorso al peso di due modi: 1° Conoscendo che un decimetro cubico ha un tal peso P, per misurare il volume di una massa del medesimo, si pesa, e il risultato dividesi per quella quantità P, traendone dal quoziente la quantità di decimetri cubici cui ascende il volume ricercato; 2° Senza ripetere quanto si disse al § 1607 si comprende come la cognizione dei *pesi specifici* presti modo di conoscere i volumi.

Ora, dalle nozioni addietro tracorse riassumiamo qualche utile confronto.

1754. **Sfera** e **Cilindro.** I. *Il volume della* Sfera *è i due terzi di quello del* Cilindro *circoscritto* (§ 1639).

Chiamando infatti V e v i due volumi, abbiamo (§ 1690 e § 1630),

$$\textbf{Sfera}\ V = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad \textbf{Cilindro}\ v = 2^2\pi R^3 = \frac{6}{3}\pi R^3$$

II. *L'area della superficie della* Sfera *è i due terzi dell'area intera del* Cilindro circoscritto.

Chiamando infatti S s le due superficie, abbiamo (§ 1686 e § 1629):

$$\textbf{Sfera}\ S = 4\pi R^2 \qquad \textbf{Cilindro}\ s = 6\pi R^2.$$

1755. **Cono, Sfera** e **Cilindro.** I loro volumi (sotto eguali diametri ed altezze) stanno come 1 : 2 : 3 (§ 1667).

Infatti, chiamando w V, e v i loro volumi, abbiamo:

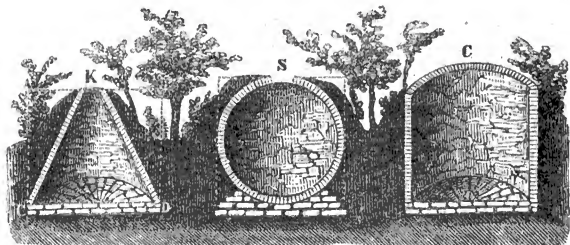
$$\textbf{Cono}\ w = \frac{1}{3}v, \quad \textbf{Sfera}\ V = \frac{2}{3}v, \quad \textbf{Cilindro}\ v = \frac{3}{3}v.$$

1756. Supponi adunque di voler costruire una conserva da neve, ovvero un sotterraneo da ripor grano (sperando che tu non ricorra giammai a questo mezzo imperfettissimo di conservare la preziosa materia del pane): se fatto lo sterrato, ovvero fissato lo spazio A B C D (figura 424). sia 5 metri lungo, largo e profondo, il volume del cilindro sarebbe (§ 1630)

$$2\pi R^3 = 2 \times 3,1415 \times (2,50)^3, \text{ cioè } 98^{m.c.}171^{c};$$

quindi: Volume del **Cubo** A B C D 125 (Proporzione per 100) 100, 00.

»	**Cilindro**	C	98, 17	»	78, 50.
»	**Sfera**	S	65, 45	»	52, 30.
»	**Cono**	K	32, 72	»	26, 15.

Fig. 424.

Perciò possiamo praticamente dedurne la seguente pratica proporzione (rispetto al cubo approssimativa).

Cono : Sfera : Cilindro : Cubo : : 1 : 2 : 3 : 4.

La piramide avrebbe, stando alle misure anzidette, il volume

$$= \frac{1}{3} \; 5^m \, (5^m)^2 = 41, 66;$$

quindi, in confronto a 1000, avendo per base il quadrato di quel cubo 1000, sarebbe 333, 33. Il prisma con base eguale alla sezione secondo l'asse di quel cono avrebbe per volume

$$\frac{1}{2} \, (5^m \times 5^m) \times 5^m = 62^m, 50,$$

e in misura proporzionale 500. Del parallelepipedo dirò più sotto al § 1760.

1757. Ma le superficie invece stanno in questa relazione (§ 1744) approssimativa:

Cono : Sfera : Cilindro : Cubo : : 5 : 6 : 9 : 12.

Perciò, supposto di trovarci limitati a data altezza, lunghezza e larghezza, per esempio, di 8 metri, avrò per calcolo approssimativo:

		Capacità metri cub.	*Superficie metri quad.*
CUBO	A B C D	512	384;
CILINDRO	C	390	288;
SFERA	S	268	192;
CONO	K	130	160.

Dal che mi risulta la superficie, ad esempio, del muramento:

CUBO	per ogni 10 metri cubici,	ho metri di superficie		7, 50;
CILINDRO	»	»	»	7, 38;
SFERA	»	»	»	7, 16;
CONO	»	»	»	12, 30.

È agevole fare analoghi confronti con altri solidi a superficie piane.

1758. **Emisfero e tronco di prisma.** Si calcolò (§ 1689) l'importo in quantità e dispendio per coprire con lastre di zinco un emisfero. Ma più spesso i tetti hanno la figura di prismi tronchi, analoga a quella recata dalla figura 362 (§ 1595). Dal seguente TEOREMA l'economo rileverà la convenienza di adottare in alcune circostanze la vôlta emisferica, anzichè il tetto a prisma o a piramide, per coprire, con minore superficie, maggiore quantità di fieni, strami ecc. Questo argomento si riassumerà parlando delle rurali costruzioni.

1759. **Teorema CXC.** *Di tutti i solidi, la* SFERA *ha il massimo volume, tra quelli conterminati da eguale estensione di superficie.*

Suppongasi il volume di una data sfera di centimetri cubici 620; il suo diametro sarà centimetri lineari 10, 57 (§ 1690); la superficie centimetri quadrati 351, 14 (§ 1684). Ora il cubo del volume di centimetri cubici 620, ha per radice cubica centimetri lineari 8, 53, cioè si compone di sei quadrati eguali di cui ciascuno ha cent. lineari 8, 53 di lato. Dunque la superficie totale di questo cubo sarà centimetri quadrati 436, 57, quantità maggiore assai di centimetri quadrati 351, 14, superficie della sfera d'egual volume. Onde ne conseguita che il cubo di superficie pari a centimetri quadrati 351, 14, avrà volume assai minore di centimetri cubici 620.

1760. **Corollarii** discendenti dal TEOREMA precedente, e da riuscire molto utili in pratica sono i seguenti:

1° *Tra i* POLIEDRI *regolari compresi da eguale superficie*, è massimo quello *che ha maggior numero di facce;*

2° *Tra i* POLIEDRI *d'egual numero di facce, il regolare è il maggiore;*

3° *Quanto più un* POLIEDRO *accosta alla forma regolare, tanto più è maggiore tra gli altri d'egual superficie;*

4° *Ne'* PRISMI *quadrangolari d'egual* base *e conterminati da eguale superficie, il* retto *ha maggior volume dell'*obbliquo, *il* CUBO *ha il volume massimo tra i prismi d'egual superficie.*

Scolio ed applicazioni. Confrontiamo col cilindro tre parallelepipedi di date misure e risultano:

BASE	ALTEZZA	SUPERFICIE		VOLUME
		LATERALE	TOTALE	
I. Rettangolo con lati di m.i 1 e m.i 16	Metri 100	M.i q.i 3400	M.i q.i 3432	M.i cub.i 1600
II. m.i 2 e m.i 8	» 100	» 2000	» 2032	» » 1600
III. m.i 4 e m.i 4	» 100	» 1600	» 1632	» » 1600
CILINDRO con base un circolo di m.i q.i 16 di superficie	» 100	» 1417,96	» 1449,96	» » 1600

Dunque, quanto più è regolare la base del parallelepipedo, tanto più si guadagna in volume ossia si risparmia di superficie. Da questo dato risulta quindi che per fare un tubo, acquidotto, doccie e condotti di chiaviche, si ha differenza da riuscire rilevantissima nell'economia de' materiali, sieno *pietre, mattoni, legno* o *metallo*. Quindi l' assurdo di coloro che fanno pozzi, con-

dotti di latrine, o tubi di chiaviche di derivazione, con pareti rettilinee, massime se la sezione non sia quadrata: essi fabbricano il doppio del muramento necessario per ottenere la stessa capacità, senza tener qui conto di altro scapito, prodotto da questa forma di sezione a petto delle circolari, nella quantità d'efflusso de' liquidi.

[9] Cenno d'applicazioni.

1761. Quasi ad ogni passo ho procacciato di aggiugnere qualche applicazione de' TEOREMI e PROBLEMI in questo CAPITOLO mano a mano esplicati, e solo il rispetto di brevità mi ha tolto di raggranellarne altri de' più comuni negli usi della rustica vita. Oggigiorno le scienze sono venute elleno a proferirsi in sussidio dell'agricoltura: per qual ragione non ha dessa per avventura profittato in proporzione della abbondanza de' filosofici aiuti che le si prodigano? Io tengo per avverato da innumerevoli fatti, doversi la mala riuscita di molti eccellenti consigli alla mancanza ne' pratici sperimentatori delle elementari nozioni di quel ramo di scienza, da cui quelle teoriche prescrizioni muovêano; di quella guisa che un empirico munito di cento ricette, se disconosca le teoriche dell'arte salutare, male somministrando que' farmachi, per se stessi eccellenti, trarrà se medesimo nella fossa e gl' infinocchiati credevoli. Il quale inconveniente, se massimo s' avvera nelle scienze non certe ed esatte come le geometriche, può in queste pure intervenire: le soluzioni de' Problemi conchiuderanno a rigore, ma il Problema può essere male enunciato, o le sue condizioni principali disvedute. Gli è perciò che mi fo debito di accennare qualche altre applicazioni.

1762. **Pozzo ellittico.** Non di rado costruisconsi gole di pozzo e cisterne sovra base ellittica. Sia questa, compresa la grossezza di muro, di lunghezza o asse maggiore metri 12,14, e di larghezza, o asse minore, m.i 7,36: sarà l'area (§ 1432) m.i qu.i 68,3652.

Se l'altezza della cisterna sia metri 10, il volume dello scavo, o spazio occupato dalla medesima, sarà m.i cub.i 683,652. Quando il muro abbia grossezza d'un metro, per ricavarne la sua solidità, sottrarremo, dallo spazio totale ritrovato, quello interno, la cui base parimenti ellittica avrà l' asse maggiore m.i 10,14, il minore 5,36; onde la misura di questa base ellittica sarà: m.i qu.i 46,4152.

Moltiplicata questa superficie per l'altezza m.i 10, il vano del recipiente risulterà metri cub. 464,152. Il qual valore, sottratto dallo spazio totale rinvenuto di m.i c.i 683, 652, dà per residuo m.i c.i 219,500, volume o solidità del muro.

Fig. 425.

V

m m

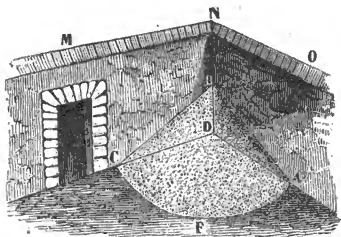
n n

o o

1763. **Vasi diversi.** Un anfora, un vaso da fiori, una campana, si possono considerare come *conoidi;* ossia per calcolarli suppongonsi divisi con tanti piani paralleli alla bocca, o base del solido, e si misurano que' diversi strati, come tanti *tronchi di cono*, ovvero zone di *cilindro* o di *sfera*. Così l'orcio V (figura 425), supposto diviso mediante piani che passino per le rette *m m*, *n n* ed *o o*, risolvesi in tronchi di solidi geometrici,

e se ne trova la capacità. Adduco questo esempio, perchè l'esperimento del peso nell'olio dovrebbe sempre unirsi al raffronto col volume, per evitare le naturali alterazioni e le frodi.

1764. **Ammassi di biade.** Se un mucchio di grano ha la base circolare, è facile misurarlo, pareggiandosi a un cono: se appoggiato al muro, offrirà foggia di mezzo cono; quando riposto col vertice appoggiato ad angolo fatto da due muri ad angolo retto, risulterà della misura d'un quarto di cono. Tale si presenta il mucchio A B C F nella fig. 426, appoggiato nell'angolo D N ai due muri M N ed N O.

Fig. 426.

1765. Non si par egli, vero sfoggiare tipografico, dare anco il disegno d'un po' di grano buttato in un cantone? E nondimeno vi si connette argomento d'importanza gravissima. Chi ha infatti studiato quale sia la miglior forma sotto cui disporre una data quantità di frumento per la sua migliore conservazione? La sua superficie può essere a contatto in parte dell'aria, in parte del solaio ed in parte delle pareti. Il mucchio A B C F della figura, ha la superficie A D C F a contatto del piano, la convessa F C B A a quello dell'aria, e i due triangoli D B C e D A B a quello dei muri. La somma di queste superficie (prescindendo dalla influenza del contatto delle pareti) paragonata alla totale superficie della stessa quantità di grano, riposto isolato in forma d'intero cono, offre minore o maggiore disposizione alle alterazioni dipendenti dall'azione dell'aria, dalla concorrenza degli insetti ecc? Lascio tempo al lettore di pensare alle diverse soluzioni di questo curioso e grave problema, dovendo rimettere per brevità il mio opinamento al XXX LIBRO.

1766. **Botti.** Ritorno alla botte delineata nella fig. 415 e considerata nel § 1726. Siccome parte di ellissoide, giova distinguere in essa, oltre il *fondo* e la *testa* della botte, quali diconsi *sezioni estreme*, la sezione A B fatta con piano perpendicolare all'asse e che passa pel centro dell'ellisse generatrice. Questa sezione dicesi *massima*, e facilita il calcolo della contenenza di cotesti vasi, i quali ponno in tal modo riguardarsi come formati di due tronchi o segmenti opposti, congiunti per quella base comune A B.

Ellittico-circolari sono le botti a doghe di curvatura ellittica, ed a basi e sezioni di circolo, siccome quella anzidetta.

Ellittico-ellittici sono i vasi vinarii a doghe piegate in foggia d'ellisse, e colle basi pure ellittiche.

• **Parabolico-circolari,** hanno doghe a curve paraboliche, e basi circolari.

Parabolico-ellittici, a doghe paraboliche, e basi ellittiche.

Conico-circolari a doghe non incurvate, e basi circolari.

Conico-ellittici a doghe non incurvate e basi ellittiche.

1767. **Botti Ellittico-ellittiche.** La regola *generale*, data pel primo dal prof. COSSALI, per la cubatura di questi vasi, merita d'essere nota (1).

[1] *Il doppio prodotto de' due assi della* sezione massima *si moltiplichi pel terzo della* lunghezza *della* botte ; [2] *di poi i prodotti che si ottengono dai due assi della* testa *e da quelli del* fondo, *cioè a dire delle due* sezioni estreme, *si moltiplichino pel terzo della loro rispettiva distanza dalla* sezione massima; [3] *si sommino questi tre risultati ;* [4] *si moltiplichi l'aggregato pel numero* 0,785398 (quarto della periferia di diametro $=1$): e si ha la capacità ricercata.

1768. Traduciamola in linguaggio analitico. Si chiamino

a, a ed α gli assi maggiori rispettivi delle tre sezioni, cioè *massima*, di *testa* e di *fondo* ;

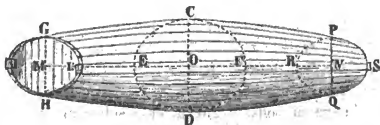
b, b e β gli assi minori corrispondenti ;

K la lunghezza della botte ;

$\frac{\mathbf{K}}{z}$ la distanza della *testa* dalla *sezione massima ;* onde.

$\mathbf{K}-\frac{\mathbf{K}}{z}=\mathbf{K}\left(1-\frac{1}{z}\right)$ sarà la distanza del *fondo* dalla sezione medesima.

Ecco le operazioni analitiche coll'indicazioni corrispondenti alla botte nella figura 427;

Fig. 427.

$$[1]\ 2\,(\mathrm{EF}\times\mathrm{CD})\times\frac{\mathrm{MN}}{3},\quad \text{ossia}\quad \frac{2\,\mathbf{a}\mathbf{b}\mathbf{K}}{3};$$

$$[2]\ (\mathrm{IL}\times\mathrm{GH})\times\frac{\mathrm{MO}}{3},\quad \text{e}\quad (\mathrm{RS}\times\mathrm{PQ})\,\frac{\mathrm{ON}}{3};\ \text{ossia}$$

$$\frac{a.\,b\,\frac{\mathbf{K}}{z}}{3},\quad \text{e}\quad \frac{\alpha.\,\beta\,\mathbf{K}\left(1-\frac{1}{z}\right)}{3};$$

(1) MAJOCCHI, Man. di Geometria, luog. cit., pag. 516.

$$[3]\quad 2\,\mathbf{a}\,\mathbf{b}\,\frac{\mathbf{K}}{3} + a\,b\,\frac{\mathbf{K}}{3\,z} + \alpha\,\beta\,\frac{\mathbf{K}}{3}\left(1 - \frac{1}{z}\right);$$

$$[4]\quad \frac{\pi}{4}\cdot\frac{\mathbf{K}}{3}\left(2\,\mathbf{a}\,\mathbf{b} + \frac{a\,b}{z} + \left(1 - \frac{1}{z}\right)\alpha\,\beta\right),\ \text{formola generale.}$$

Il COSSALI dimostrò detta formola colla geometria analitica, e il BRUNACCI la rifermò col sussidio del calcolo sublime. È facile accertarsene supponendo la botte affatto cilindrica e di lunghezza eguale al diametro. Allora avremo:

$\mathbf{a} = a = \alpha = \mathbf{b} = b = \beta = \mathbf{K} = 2\,r$, se r sia il raggio del circolo della sezione massima: inoltre

$$\frac{\mathbf{K}}{z} = \frac{\mathbf{K}}{2} = \mathbf{K}\left(1 - \frac{1}{z}\right).$$

Quindi si riducono le precedenti espressioni:

$$[1]\quad 2\,\frac{\mathbf{a}\mathbf{b}\mathbf{K}}{3} = \frac{2}{3}\,8\,r^3 = \frac{16}{3}\,r^3;$$

$$[2]\quad \frac{4\,r^2 \times 2\,r}{6} = \frac{8\,r^3}{6};\quad \frac{4\,r^2 \times 2\,r}{6} = \frac{8\,r^3}{6}.$$

$$[3]\quad \frac{16\,r^3}{3} + \frac{8\,r^3}{6} + \frac{8\,r^3}{6};$$

$$[4]\quad \frac{\pi}{4}\,\frac{8\,r^3}{3}\left(2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) = \frac{\pi}{4}\,8\,r^3 = 2\,\pi\,r^3.$$

Il quale valore $2\,\pi\,r^3$ è realmente quello del cilindro come al § 1630 e § 1754 s'è dimostrato.

È facile desumere il calcolo per le speciali condizioni di parità di distanza delle sezioni estreme dalla *massima* ecc.

1769. **Botte ellittico-circolare.** La regola per la sua cubatura è la seguente:

1° *Moltiplicare il quadrato del diametro della sezione massima pel terzo della* lunghezza *della botte;*

2° *Moltiplicare i quadrati de' diametri di* testa *e di* fondo *pel terzo della rispettiva loro distanza dalla* sezione massima;

3° *Sommare il doppio del prodotto* 1° *cogli altri risultati;*

4° *Moltiplicare questa somma pel numero* 0,785398.

Nella formola analitica del COSSALI si dee porre $\mathbf{a} = \mathbf{b}$, $a = b$, $\alpha = \beta$: e se la sezione *massima* divide il vaso in parti eguali, si ha $z = 2$, e la formola riducesi:

$$\frac{\pi}{4} \times \frac{\mathbf{K}}{6}\,(4\,\mathbf{a}^2 + a^2 + \alpha^2);$$

onde le *botti ellittico-circolari regolari* con testa e fondo eguali ed equidistanti dalla sezione massima sono espresse dalla formola

$$\frac{\pi}{4} \times \frac{\mathbf{K}}{3}(2\,\mathbf{a}^2 + a^2);$$

quindi la regola:

Aggiunto al quadrato del diametro della testa il doppio del quadrato del diametro maggiore, si moltiplica questa somma pel terzo della lunghezza della botte, e per 0,785398.

1770. **Botti parabolico-ellittiche** e **parabolico-circolari** (figura 428). Se abbiano la sezione *massima* nel mezzo, si misurano con questa regola :

1° *Fare il doppio prodotto degli assi della sezione* massima ;
2° *Il prodotto de' rispettivi diametri della* testa *e del* fondo;
3° *La somma di tali prodotti si moltiplica pel terzo della lunghezza della botte e per* 0, 785398.

Nella formola generale data al § 1768, se si faccia $\mathbf{a} = \mathbf{b}$, $a = b$, $\varepsilon = \beta$, si avrà, per la capacità delle botti *parabolico-circolari* la formola :

$$\frac{\pi}{4}\cdot\frac{\mathbf{K}}{2}\left(\mathbf{a}^2 + \frac{a^2}{\varepsilon} + \alpha^2\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)\right)$$

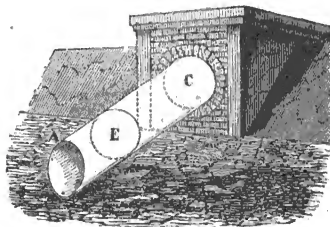
Se poi hanno *fondo* e *testa* eguali la formola riducesi a

$$\frac{\pi}{4}\cdot\frac{\mathbf{k}}{2}\left(\mathbf{a}^2 + a^2\right).$$

Fig. 428.

Non mi dilungherò in altre regole e formole, perchè sarà subbietto di studio nel **XXIX** LIBRO, ove saranno esposte anco altre regole dell'ORNANI, del BRUSCHETTI ed altri, onde si fa manifesta l' inesattezza de' metodi pratici consueti di misurare i liquidi ne' vasi vinarii (1). Terminerò con qualche ulterior cenno sulle superficie de' corpi, omettendo quelli a facce piane, de 'quali all'Articolo I fu detto a sufficienza.

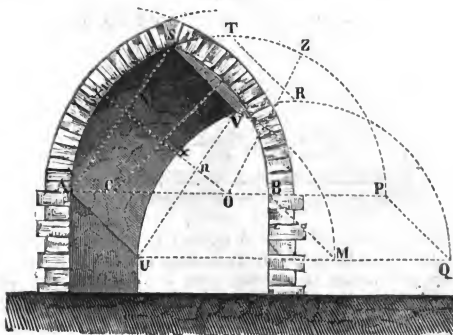
1771. **Tubi idrofori, caloriferi** ecc. Produrrò qualche esempio degli inconvenienti al § 1761 segnalati. Sia concessa una luce di deriva-

Fig. 429.

zione C (fig. 429) di dato diametro. Se circostanze speciali impongano di erogarne l'acqua mediante condotto chiuso o tubo, e se questo debba es-

(1) Sarebbe egualmente utile al fisco, al commercio ed all'agricoltura, che il sistema metrico si applicasse anco ad ogni specie di vasi. Il FOURNERIE ha proposto il mezzo di costruirli solidi ed aggiustati a tal uopo. Ved. COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES. Tome 33, pag. 154; ove però se ne trova solo l'annuncio e non la descrizione. È però facile comprendere che la forma dell'ettolitro (§ 388, fig. 47) e i suoi multipli servirebbero all'uopo, quando munite di due fondi e colle doghe con una faccia piana e l'altra convessa, per l'aggiustamento dei cerchi.

sere inclinato, commetterebbe errore gravissimo chi facesse costruire l'occorrevole cilindro com' è disegnato nella figura, cioè a modo che la sua parete circolare si applicasse esattamente alla periferia della luce C. L'intersezione della superficie cilindrica tagliata da un piano, ricorre spesso nelle arti e nelle fabbriche; ma soventi si commette l'equivoco di credere che la curva rappresentata nella sezione, sia eguale alla curva reale della superficie tagliata, mentre ciò accade nell'unico caso in cui questa sia normale all'asse del cilindro. Così nel caso contemplato, il tubo A avrebbe la capacità rispondente al circolo E, tanto minore del circolo C quanto più facciasi acuto l'angolo del tubo col piano in cui è la luce di derivazione. Quando realmente il tubo si componesse con base il cui diametro fosse quello concesso per la luce C, allora questo foro o luce C è d'uopo sia una ellisse (§ 1632 e 1640).

1772. **Geometria gotica.** Non è qui luogo a disputazione intorno ai veri inventori della così detta gotica architettura. Ma la sua proprietà caratteristica, o distintivo precipuo, è il *sesto acuto* così detto, del quale nelle rustiche costrutture sarebbe non di rado utile l'applicazione. L'arco *gotico* certo ai GOTI non appartiene: se ne trovano in alcuni egizii monumenti del secolo de' Faraoni, in parecchi edificii pelasgici del Lazio, in tombe antiche, impropriamente dette elleniche, della Sicilia, alla foce dell'acquidotto del Toscolo ed in monumenti dell'antichissimo Messico. Lasciando a parte la quistione storica, e il merito o demerito delle vôlte a sesto acuto, quali appunto incorrettamente chiamano gotiche, certa cosa è che in ispecie nelle luci di porticali, ponti, chiaviche ecc., in cui l'altezza eccede sensibilmente la larghezza, con siffatte costruzioni si risparmierebbe molto materiale ne' piedritti ed opere di rinfianco, per la minore spinta che offrono in proporzione delle vôlte a tutto sesto, come a suo luogo sarà dimostrato. Del resto le linee sono geometriche quanto quelle degli archi di circolo ecc. Nella figura 430, l'arco gotico A S B si compone di due archi

Fig. 430.

di un semicerchio siccome A S P. Hanno due centri, C ed O, servendo C per

l'arco S B, ed O per l'arco A S. La superficie della vôlta, come appare dalla sua metà A U S V, non è evidentemente che porzione della vôlta cilindrica, per esempio, A U T R P C. Se s'immagini un solido terminato dal piano A N S V *n* U e dalla superficie curva A X S N *x* V, esso è manifestamente l'ugna cilindrica (§ 1633) dell'emicilindro A U T R P Q. Lo che basti a rilevare come agevolmente le linee, le superficie ed i solidi appartenenti al genere gotico, sono parte di figure e forme geometriche regolari.

1773. L'agronomo che abbia presenti e compresi questi studi elementari, potrà sempre immaginare e valersi di piccoli ingegni, dei quali gli offero esempii, proprio come mi si recano a mente.

1774. **La scala a rombi o sviluppabile**, presenta un utile impiego della figura e proprietà del rombo. Quanto più si allarga o strignesi l'angolo L I M della scala sviluppabile (fig. 431), tanto più scortansi o slungansi le diagonali de' rombi I F, F C ecc.; e i piuoli A, B, D, E ecc., che formano parte delle caviglie onde i rombi si congiungono a cerniera, ora si riuniscono, accostandosi tra loro A, D, G, I e B, E, H, M; ovvero prossimandosi A a B, D ad E ecc., si scostano A da D, D da C ecc., quant' è il passo d' una persona. Quindi una scala che, chiusa, occupa pochissimo spazio, e può recare oggetti anche al di là da un canale, o sovra posti elevati. Adoperandola come scala, i suoi estremi L, M si possono munire di due piccoli occhielli mobili di ferro, i quali, passando per le canalature praticate in un regolo R R si fermano ove aggrada, mercè una caviglia che, passando pei fori laterali, infilzando l'occhiello il rattien fermo.

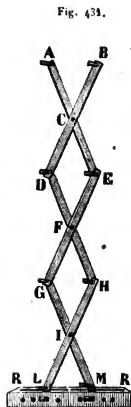
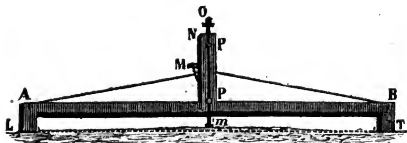



Fig. 431.

1775. **Planiscopii** potrebbero chiamarsi gli strumenti atti a verificare se una superficie è piana. Tra quali e' mi parrebbe semplicissimo quello che propongo col disegno della figura 432. Un T rovescio, P P A B, porta due piedi A e

Fig. 432.

B esattamente eguali; nel mezzo il regolo P P, perfettamente perpendicolare alla traversa A B, ha una verga di ferro scorrevole, la quale col suo estremo *m* va a toccare la superficie, per es., del prato il cui piano vogliasi verificare. Se sia desso regolarmente piano, la sua superficie in qualunque punto combacerà con una linea L T, su cui si appoggierà la *piastrella* *m*, ed allora l'altra *piastrella* superiore O, non si eleverà sull'estremo N del

regolo P P. Se sarà gibboso in quel posto *m*, starà sollevato, ed O come nella figura mostrerà nell'altezza N O quanto sia rilevato il terreno. Nel caso inverso la piastrella O, discendendo sotto il punto N, dinoterebbe la relativa bassura del prato. Mercè il manico M reggendo e portando attorno questo ordegno, si può percorrere una superficie in ogni senso, e verificarne il pianeggiamento. Nel XIII Libro ne faremo applicazione pel regolamento dei campi a superficie colma, e al seguente § 1782 vedremo come in genere possa far le veci di *curvometro*.

[10] Superficie a doppia curvatura.

1776. **Superficie a doppia curvatura.** Per formarsene pronta idea, si consideri la scanalatura di una carrucola: in un senso è circolare convessa, col centro di curvatura nel centro stesso della ruotella; nell'altro senso la curvatura è concava, ed ha il centro fuori del solido stesso della ruotella.

1777. Tutte le foggie di superficie infatti ponno ridursi a tre classi:

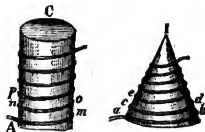
1ª Se una superficie è incurvata a modo che il centro della sua curvatura si trovi sempre entro la medesima, e la sua convessità sia sempre rivolta all'infuori, avremo superficie del genere della *sfera*, dell'uovo, del bozzolo ecc.

2ª Se la medesima s'incurvi soltanto in un senso, avremo la superficie del cono, del cilindro, del tronco d'un albero, d'un imbuto, del recipiente come l'ettolitro, i quali hanno la curvatura in una sola direzione, essendo zero nell'altro senso.

3ª Se poi abbia parte della curvatura rivolta in un senso, e l'altra parte nel senso opposto, onde il centro di curvatura delle sezioni fatte in un senso si trovi nell'interno della superficie, e per sezioni fatte in altri sensi, si trovi al di fuori della medesima, allora la superficie è a *doppia curvatura*.

1778. Solo quando si è parlato de' solidi, si addice quindi discorrere di curve a *doppia curvatura*. Immaginiamo un filo, il quale fermo a un polo della sfera, s'avvolga attorno al medesimo con due o tre o mille giri, sempre crescenti e continuati, a modo di terminare col circolo massimo che dividerebbe in due parti eguali la sfera. Questo filo descrive quella *curva a doppia curvatura*, ch'è la *spirale* di PAPPO, cioè null'altro che la spirale di ARCHIMEDE, senonchè composta sovra un cono od altra superficie curva.

1779. **Spirale curva** o, come si disse anche dai geometri, *spirale elevata*. Mirabile esempio ne porge la natura nelle trachee degli esseri organici. La differenza somma tra la spirale *piana* e la *curva* consiste nella disparità de' ravvolgimenti delle spire, le quali, nella spirale piana sono successivamente maggiori di quella posta al centro, laddove nelle spirali curve, o vuoi elevate, le spire ponno anco essere eguali o diminuire. Se raffermato l'un capo d'una gugliata in un punto A del cilindro C (fig. 433), ne lo avvolgi passando col filo in *m*, indi in *n*, *o*, *p* ecc., ecco una spirale le cui spire s'aggua-

Fig. 433.

gliano l'una all' altra, e se queste spire serrino tra loro, a modo che i punti *n* ed A, *m* ed *o*, *n* e *p* ecc. sieno vicinissimi e quasi a contatto fra loro, comporranno un tubo cilindrico appena più ampio, ma di egual forma del cilindro C, su cui ravvolgonsi. Sostituisci al cilindro l' imbuto ossia cono I, allora la spirale avrà, all' opposito della piana, le spire sempre diseguali e minori, quanto più dalla base del cono si accostano al suo vertice. Della prima, come dissi, danno esempio le trachee di piante ed animali; delle eguali, le viti, i succhielli, cavastracci, molle d'orologi e molte macchine nelle arti; come danno idea delle decrescenti le catenelle entro gli orologi. Ma quanti altri esempi non offre la natura? L'edera rampica a spirale attorno la quercia; i cirri, i capreoli di molte piante sono spirali; e il grande fenomeno dello sviluppo delle foglie e de' fiori, lo vedremo pure raccordarsi a questa figura. Nè dimenticheremo di seguire la traccia del filo di seta onde il prezioso insetto compone il suo bozzolo, nè quella onde l'uomo, col soccorso della meccanica, unendo le fibre della lana, del cotone, del lino, della canapa, mercè spirali l'une sull'altre ritorte, perfezionò l'arti del funaiuolo e del tessitore.

1780. Le due spirali disegnate nella precedente fig. 433 essendo, nel loro andamento curvilineo attorno alla superficie conica o cilindrica, rivolte a destra, distinguonsi col nome di *spirale a destra*, da quelle il cui andamento è a sinistra, il cui nome è di *spirale sinistra*. Per apprezzare il modo di tracciare una spirale, suppongasi sviluppata in piano la superficie del cilindro come in D E F G (fig. 434): se dividasi in parti eguali colle *e f*, *g h*, ecc. equidistanti e parallele al lato F G, e si conducano le obblique F *f*, *e h*, *g n* ecc., queste saranno parallele tra loro. Piegando il rettangolo in modo che il lembo D F combaci e s'unisca col lembo G E, il punto *e* si confonderà nel punto *f*, e *g* nel punto *h*, ecc., e tutte quelle rette si continueranno in una sola curva, che sarà la spirale ricercata.

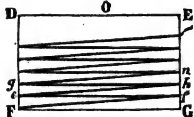



Fig. 434.

1781. L'importanza degli studii sulle spirali, noi la vedremo nelle sue applicazioni meccaniche, e in ispecie in quella più celebre fattane dal grande italiano ARCHIMEDE, ch'è la coclea destinata ad innalzar l'acqua, della quale spiegò la teoria difficilissima il BELGRADO da Udine. Di molta utilità sono pure le scale a chiocciola per la economia di spazio nelle fabbriche anche campestri. Dove, mi ricorre alla mente la scala a chiocciola doppia che sotto Re Francesco di Francia si costruì nel castello di Chambord da un artista italiano. Come quella serviva perchè chi arrivava salendo non vedesse chi discendeva o viceversa, così qualora si avesse poco spazio per salire a magazzini da grani, una scala analogamente costrutta darebbe passaggio a chi avesse discaricato. Non dirò d'altre foggie di superficie a doppia curvatura, chè trarrei troppo in lungo. La natura però n'è singolarmente prodiga, come dissi, nelle forme organiche: se nell' uomo stesso la parte superiore del *capo*, il *mento*, l'*estremità delle dita*, la *spalla*, il *ginocchio*, appartengono alle superficie di 1ª classe (§ 1777), ed il *collo*, parte delle *coscie*, le *gambe*, le *braccia*, ecc. riduconsi a quelle di 2ª classe, han-

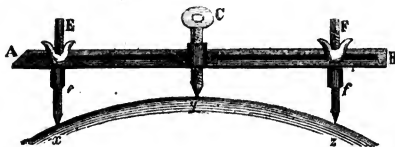
novi però le articolazioni delle *braccia*, delle *dita*, delle *ascelle*, le parti onde la *testa* s'unisce al *corpo* ecc. tutte *forme* di 3ª classe, cioè con due curvature in senso opposto. Troveremo perciò di queste foggie negli animali, nelle piante, tra le quali la BOTANICA ci offrirà l'elegante modello della spirale conica, che può rappresentare proiettata in piano una *cicla* (spirale curva) di foglie disposte a rosetta, vedute dall'alto, sull'asse cui sono attaccate.

1782. **Curvometri,** o forse meglio *curvografi*, ponno dirsi gli strumenti immaginati sia per verificare, sia per copiare le forme di alcuni corpi. Difficilmente l'agronomo potrà calcolare il valore delle differenze esistenti tra diverse foggie d'aratri. Altre volte avrà d'uopo di far costruire un attrezzo, un ordegno, perfettamente eguale ad altro che gli piaccia di sperimentare. Perciò troverà utile conoscerne uno tra i diversi strumenti inventati a tale scopo, perchè semplice e di qualche guisa pratichevole, quando non gli basti il PLANISCOPO proposto al § 1775, di cui la fig. 435 rileva a sufficienza

Fig. 435.

il pratico uso per la superficie convessa T T e per la concava R R. Evidentemente nel 1.° caso il punto P rimane sollevato a seconda della convessità della superficie T T, mentre nell'altro caso scende più basso de'piedi C e D proporzionalmente alla concavità della R R.

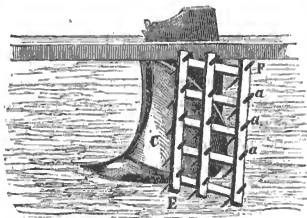
1783. **Sferometro.** Per le indagini più minute occorre più complicato strumento. Il CAUCHOIS immaginò lo *sferometro* o strumento da verificare la regolarità d'una superficie sferica. Il prof. MAJOCCHI semplificò questo congegno, ed in pari tempo lo estese allo scopo di rintracciare il raggio di curvatura di una superficie curva di qualsiasi guisa. Lo chiamò sferometro MAJOCCHI (1) e il compose del regolo di metallo A B (fig. 436), lungo 4 a 5 cen-

Fig. 436.

tim., largo uno o due, munito della verga a vite C e delle altre verghe aguzze

(1) Egli stesso il MAJOCCHI apprezzò la convenienza di chiamarlo piuttosto *curvometro*. Vedi Manuale citato, pag. 230, fig. 149.

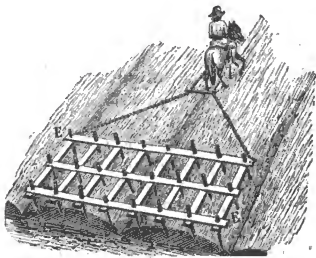
E*e*, F*f*, scorrevoli entro aperture rettangolari, praticate nel regolo da C verso A e verso B. Mercè i galletti E ed F, quelle verghe E*e* ed F*f* si assicurano al posto che aggrada, ma nel percorrere le aperture rettangolari anzidette, deono sempre combaciarne gli interni orli, senza punto alterare nel movimento la loro posizione verticale. È facile comprendere che, applicando sopra una superficie questo strumento, a modo che le tre punte la tocchino in tre punti, riportandolo giacente sopra un foglio di carta, le tre punte indicheranno nel medesimo tre punti x, y, z, e la curva che passerà pei medesimi sarà analoga alla *curvatura* della superficie scandagliata. Volendo con questo sferometro conoscere se tal *curvatura* è regolare, dispostolo in un senso, dopo avere assicurato ad egual distanza da C le verghette E ed F, indagheremo se sporgono per eguali lunghezze ex ed fz. Facendo girare l'ordegno attorno alla punta di mezzo, le altre punte deono toccar sempre la superficie, e cangiandogli posto, tutti i tre punti contemporaneamente pure toccarla, ove si procacci sempre di tenerle secondo un piano in direzione del raggio di *curvatura*.

1784. Non sarà sì frequente bisogno di verificare corpi sferici, nella rusticale suppellettile di attrezzi ed ordegni campestri. Ma lo *sferometro* può servire acconciamente per verificare o imitare la forma di una superficie a doppia curvatura. Nel qual caso dovrebbe lo strumento comporsi a foggia di telaio munito di molte punte. Do il bozzo nella fig. 437 di un

Fig. 437.

CURVOMETRO secondo questa idea appropriato a dedurre la superficie sinuosa dell'orecchio d'un aratro. Il telaio E F munito delle punte *a,a,a*, che ponno farsi sporgere ad arbitrio dal piano inferiore del telaio curvometro, applicato per esempio al *coltro Ridolfi* (quale supponesi adagiato sul terreno), porge modo di fabbricare una forma di legno analoga, quando si è notato quanti millimetri sporge ciascuna punta onde toccare il solido, mentre in pari tempo se ne riproducono le dimensioni.

1785. A dimostrare l'utilità pratica di questi studii, si può, ad esempio, dedurre dalla forma del *curvometro* indicato al § 1779, come gli erpici comuni potrebbero meglio adattarsi alle forme de'seminati quando fannosi a porche o quaderni, mercè la diversa sporgenza delle loro freccie o denti. Nella fig. 438 le fila di denti corrispondenti al dosso del quaderno spor-

gono dal di sotto del telaio E E circa la metà della lunghezza delle fila penetranti nella sponda del solco o *cunetta*, e così conformandosi alle superficie del terreno, alla uniforme profondità lo penetrano e coltivano. Un ingegno analogo al presente vedevasi nella Esposizione di Londra applicato all'*erpice norvegiano* così detto, del Crosskill: quello invece dell' Howard si adattava alle forme del terreno mediante articolazioni o vuoi snodature nelle traverse componenti il telaio. Ma di questi strumenti sarà più distinto ragguaglio a suo luogo.

Fig. 458.

SEZIONE V.

Geometria descrittiva.

I. Principii essenziali. — II. La Prospettiva. — III. Le Ombre.

1786. **Scopo e definizione.** *Rappresentare sovra un piano* (il quale ha soltanto due dimensioni) tutti i corpi della natura, che, oltre la lunghezza e larghezza, hanno grossezza o profondità: inversamente dall' *esatta rappresentazione d'un corpo sovra un piano, dedurne la real forma e volume*, ecco lo scopo della Geometria descrittiva, e lo adempie per mezzo delle *proiezioni*. È adunque tal ramo della scienza dell'estensione, cui diresti quasi, *arte di dipignere geometricamente.*

1787. Sendo agevol costume lo attribuire a gloria del corrente secolo frutti dell' ingegno realmente dovuti a più antichi uomini, come apparirebbe da investigazioni volentieri omesse perchè lunghe e faticbevoli, così della Geometria descrittiva se ne crea pressochè inventore il Monge, raro geometra e celeberrimo, che raccolse, ordinò, scempiò, abbellì e moltiplicò i metodi sino a lui noti, ma questi metodi, nè tutti sconobbe, nè tutti inventò. Anco in questo ramo di sapere, riuscirebbe a onor del vero e a splendore della patria, talora anche a progresso della scienza e dell'arte, lo indagar con amore quanto da que'che furono venne concepito, inventato. Ma chi vuol fastidiarsene? Chi vuol rimestar ne' libri di Vitruvio, ovvero ne' manoscritti di Pietro La Francesca del Borgo non pochi cenni di prospettiva lineare? Chi vuol cercar nell'opere di Leonardo da Vinci i fondamenti della vera scienza della prospettiva? E trasandando tanti artisti, tra quali Paolo

VERONESE, il SERLIO (1), il VIGNOLA (2), il SIRIGATTI; chi vuol curarsi del BARBARO (3) e del DANTI (4) od in ispecie di GUIDO UBALDO DEL MONTE (5) e d'Eustachio ZANOTTI (6)?

1788. Ma l'agronomo stimerà meglio apprendere se per lui tanto monti il presente studio da spendervi egli l'attenzione, com'io le parole. Dove gli ho a rispondere, che com'io di queste, non sia avaro egli di quella. e trarrà, non ne ho dubbio, compiacimento e profitto d'avermi creduto alla cortese.

1789. **Pura e applicata.** Quando il geometra definisce il *descrivere*, l'azione di generare un' estensione mercè il movimento d'un punto, d'una linea o di una superficie; che afferma egli di sì astratto o dissentaneo dalla generazione delle figure, che col moto della punta del lapis o del pennello non faccia appunto il dipintore? Non però confonderemo la GEOMETRIA DESCRITTIVA colla PITTURA e nè manco colla PROSPETTIVA o colla SCENOGRAFIA, nè coll'arte pura del DISEGNO, onde le speciali pratiche dell'*icnografia*, *ortografia*, *sciografia* di cui nel XXIX libro la RURALE ARCHITETTURA c'imporrà distinto cenno; mentre quanto sia gradevole e utile sapere per l'agronomo nella *topografia*, sarà pel IV Libro con brevità tratteggiato. Tuttavolta la GEOMETRIA DESCRITTIVA PURA non sarebbe d'alcun profitto per l'agronomo senza conoscere i principii della *Prospettiva*, ch'io chiamerei GEOMETRIA DESCRITTIVA APPLICATA.

1790. Non dica impertanto l'agronomo: Possibile che non si possa imparare a coltivare la terra senza ricorrere anco agli astrusi misteri della Geometria descrittiva? Io non esalterò certo i pregi de' matematici studii, quanto il MERSENNE (7), che tenea le sezioni coniche, soggetto bellissimo per l'uso del pulpito, o il LOBKOWITZ (8), Michele BERNS, Gaspare SCHMIDT e quanti vollero dare matematiche ragioni de' più profondi subbietti teologici e metafisici, o il VOSSIO che inculcava all'economo lo studio delle matematiche da cui apprenderebbe che un pisello può in 12 anni produrre figliuolanza sì numerosa, che il suo prezzo ancorchè piccolo ascenderebbe a più di mille bilioni di scudi (9)! D'altro lato non dirà l'agronomo con EPICURO, vedendo un quadrante solare: *Bella invenzione per farci conoscere l'ora del pranzo!* Sì però, consecrata breve ora allo studio di questa SEZIONE vedrà in pratica quante volte sarà per tornargli giovevole.

Importa quindi, per farsi chiaro della scienza di rappresentare gli oggetti, rispondere innanzi tratto a questa triplice inchiesta. Che sono DISEGNO, PROSPETTIVA e GEOMETRIA DESCRITTIVA? Cui farò triplice risposta, non in lato senso matematico o artistico, sì bene in quello ad agricoli usi applichevole.

---

(1) SERLIO Sebastiano, Tratt. d'Archit. e Prospettiva. VENEZIA, 1551.
(2) VIGNOLA, *Due regole di prospettiva*. ROMA, 1583 in fol.
(3) BARBARO, *La pratica della prospettiva*. VENEZIA, 1569.
(4) DANTI Ignazio, *Comento sulle regole della prospettiva pratica del* BARONI.
(5) MONTIS (Guidi Ubaldi e March.), *Perspectiva libri sex*. PISAURI, 1600, in fol.
(6) ZANOTTI Eustachio, *Trattato teorico-pratico di prospettiva*. Bol., 1766.
(7) MERSENNE, *Harmon. univ.* V. II, L. VIII.
(8) CARAMWEL de LOBKOWITZ, *Mathesis audax, rationalis, naturalis, supernaturalis*. LOV. 1644.
(9) VOSSIO, *De scientiis mathematicis*. Le trovava buone a tutto, alla teologia, alla grammatica ed anche alla poesia. L'arte dic'egli delle combinazioni insegnerà al poeta che il verso *rex, lex, sol, dux, fons, lux, spes, pax, petra, Christus*, può variarsi in 3628800 maniere.

1. *Che intendesi per* DISEGNO ?

1791. **Disegno** o **stereografia** è rappresentazione geometrica di un edificio, d'una macchina, d'un attrezzo, d'un oggetto qualunque. Se vuoi rappresentare un casamento, un erpice, un ordegno qualsisia naturalmente dotato di tre dimensioni, sovra il foglio di carta cui se ne considerano soltanto due (non calcolandosi che la sua superficie) occorre dividerne la delineazione in più aspetti, onde realmente conoscerne ed apprezzarne la forma. Veggiamo come possa l'architetto far comprendere col disegno la forma di un bovile. Esso dimostrerà la sua estensione in lunghezza e larghezza, colla *pianta:* poi quella in larghezza ed altezza colla *facciata:* infine la disposizione delle parti interne collo *spaccato* o *sezione.* Più generalmente si chiama:

1. **Icnografia** (1), *pianta geometrica*, ossia figura reppresentata da un edificio nella sezione fatta con un piano orizzontale o radente il suolo, ovvero al di sopra delle fondamenta (2);

Iperografia chiamano il disegnare l'oggetto, come s'e' fosse veduto al di sopra;

Ipografia quando riguardato al di sotto;

2. **Ortografia** (3) e prospetto verticale è il disegno rappresentante l'elevazione geometrica d'una fabbrica o d'altro oggetto;

Esografia chiamano la vera *facciata*.

Ortografia la laterale o *profilo*

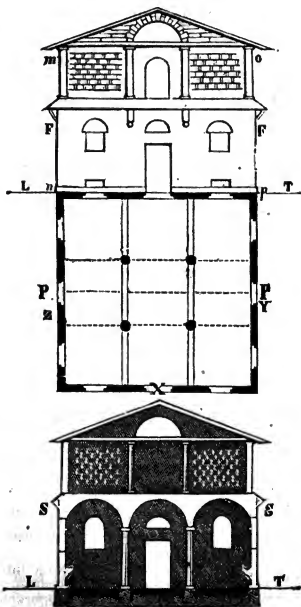
3. **Tomografia** e **Sciografia** ovvero *ortografia interna* il disegno svelante l'interno mercè taglio o sezione;

Entografia l'appellano, se quell'interno si può scorgere stando per entro all'oggetto.

Fig. 439.

1792. La fig. 439 porge la rappresentazione, mediante il puro disegno di un cascinale, nello stretto senso di stalla da bestie.

P P è la sua *pianta* o **icnografia;**
F F è la *facciata* o **ortografia;**
S S è lo *spaccato* o **sciografia.**

---

(1) ἴχνος *vestigium*, pianta, e da γραφω segno, descrivo.
(2) VITRUVIO. Dell'Architettura, Libro I, cap. 2.
(3) Da ορθος retto, alzato, e da γραφω.

1793. Il puro disegno, è in questo caso, geometrico, nè fa modificazione alcuna in fuori di queste due;

1. Riduce le dimensioni reali in altre minori, secondo m'è a grado o convenevole, senza alterarle. La semplice indicazione della *scala* (§ 1132) basta per tradurre in atto le dimensioni adottate nel disegno.

2. Adagia quel *prospetto* e quello *spaccato*, che in realtà sono verticali, gli adagia, dissi, sull'orizzontale foglio di carta, come fa della *pianta*, orizzontale di sua natura. Certo se io disegno sul muro, l'*ortografia* e la *sciografia* della mia stalla rimangono nella loro posizione, e la cambia invece l'*icnografia*.

1794. Più generalmente adunque il disegno ha come due parti: *icnografica* o la figura *piana* rappresentante la forma e dimensioni orizzontali dell'oggetto da delineare; *ortografica* o figura piana che ne mostra la forma e le dimensioni verticali.

(2) *Che intendesi per* PROSPETTIVA ?

1795. **Disegno prospettico.** Nel *disegno geometrico* le dimensioni sono, come dissi, conservate tra loro proporzionali, quali nell'oggetto si trovano o si vogliono eseguire. Ma nell'arti del disegno, e nella pittura in ispecie, non si rappresenta l'oggetto con due o più rappresentazioni o disegni distinti, invece è delineato sopra un sol piano, prendendo di mira il suo aspetto apparente. Il disegno in questo caso deve fare all'occhio dello spettatore eguale effetto del corpo reale, veduto questo da quella parte sotto cui si vuol rappresentare. Il qual modo di riprodurre col disegno l'aspetto apparente d'un oggetto, forma il soggetto della PROSPETTIVA.

1796. **Prospettiva** dunque è la rappresentazione delle apparenze, secondo le quali gli oggetti risultano visibili o, se vuoi meglio, l'arte d'imitare cotali apparenze, descrivendone esattamente le immagini sopra una data superficie.

1797. Ma l'immagine d'un oggetto, noi la vediamo sotto due indicazioni: le sue forme cioè, e gli effetti degli accidenti prodotti dalla luce onde le si rendon visibili. Quindi la distinzione di:

Prospettiva lineare o descrizione delle forme;

Prospettiva aerea o determinazione degli effetti della luce.

Questi effetti sono il lume, le ombre, il chiaroscuro, i colori, quelle apparenze in somma, non realmente pertinenti al corpo od oggetto veduto, siccome le sue dimensioni e le sue forme, ma prodotte in esso dalla luce diretta o riflessa che lo colpisce.

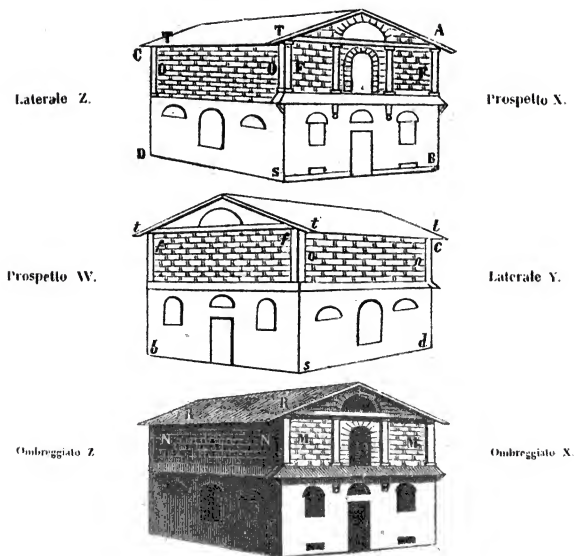
1798. **Differenza** precipua tra il *disegno* puro *geometrico* e la *prospettiva* (oltre la modificazione di proporzione delle dimensioni tra loro, di cui ho detto sopra) sta in questo. Qualsiasi oggetto materiale non si può veder tutto in una volta. Potrò vedere la facciata con un profilo, e parte del tetto nella stalla addietro designata. Ma nel disegno prospettico fig. 440, F F mi rappresenta la facciata, O O l'ortografia laterale d'una parte, e T T porzione del tetto: e questo m'è dato dalla *prospettiva lineare*, mentre M M è la stessa facciata, N N lo stesso laterale, ed R R la stessa porzione di tetto,

ma veduti coll'ombre, cioè secondo la *prospettiva aerea*. Evidentemente lo spigolo, per esempio, T S è maggiore delli spigoli A B e C D, mentre dovrebbero essere eguali, come appunto nel disegno pretto (fig. 439) lo spi-

Fig. 440.

Laterale Z. Prospetto X.

Prospetto W. Laterale Y.

Ombreggiato Z. Ombreggiato X.

golo *m n* è eguale allo spigolo *o p*. Ora, se darai al capomastro muratore da costruire la stalla esattamente rappresentata con prospettiche regole dal disegno della fig. 440, e' potrà più presto impazzire che fabbricarla quale la desideri; mentre il disegno geometrico coll'aiuto della scala, lo guiderà esattamente in tutte le dimensioni da costruire.

1799. È pure da notare quest'altra distinzione. Un corpo come un dado e una palla, cioè, a dire geometricamente, un cubo e una sfera, con due disegni prospettici si rappresentano appieno. Se infatti quel cubo o dado fig. 441 abbia le sue sei facce segnate da A, B, C, D, E ed F, con un disegno prospettico puoi vedere le tre A, B e C, e con un altro le altre tre D, E ed F. Invece col disegno geometrico vedrai le sei facce, ma mercè sei figure, le quali però le rappresenteranno tutte eguali rettangolari, e non come il disegno prospet-

Fig. 441.

tico, il quale ne dimostra due, per esempio, A e D, quali si trovano realmente, ma le altre quattro sotto figura di parallelogrammo. Perciò la Prospettiva offre con due soli disegni l' edificio P P; mediante F F ed O O (fig. 440) la facciata X e il suo laterale Y, e mediante *o o* ed *f f* l' altra facciata di dietro, e l' altra laterale, e mediante T T e *t t* le due metà del tetto.

1800. Pei corpi rotondi, la Prospettiva lineare nel caso della sfera si confonde col disegno geometrico: l'uno e l'altra non ponno rappresentare che il suo contorno, ossia un circolo massimo. Che se io debbo delineare alcuna figura disegnata su quella faccia concava o convessa del corpo curvilineo, questo disegno diviene di necessità una rappresentazione prospettica e non mai geometrica di quella figura.

1801. Del resto la Prospettiva non si compone di linee e dimensioni prese ad arbitrio. Certo i pittori non adoperano scale e compassi per dipignere ritratti d'uomo, di paesi e simili dipinture; ma eglino vi riescono quando la natura, per ripeterlo col grande MICHELANGELO, gli ha donati di quel *colpo d'occhio*, ond' hanno il compasso negli occhi. La Prospettiva ha le stesse regole e leggi geometriche e rigorose quali appaiono da quanto segue. Quindi dicesi anco GRAFICA la facoltà (o l'arte, secondo il BONAVILLA) che insegna a descrivere in un piano le cose che sono in alto, ed in qual modo e con qual regola debbano gettarsi le ombre e le linee: però *grafico*, come aggiunto, vale quanto *disegnato a penna*.

(3) *Che intendesi per* GEOMETRIA DESCRITTIVA?

1802. La **Geometria descrittiva** è in sostanza la scienza della Prospettiva. Il suo scopo, si è detto (§ 1786), la sua regola o mezzo, è determinare in piani di proiezione punti e linee tali, che, mediante costruzioni ordinarie (§ 980), eseguibili su di esse, valgano a manifestare le proprietà di forma e posizione di una estensione geometricamente definibile, esponendo le leggi di dette costruzioni. Si usano le linee comuni o *piene* per rappresentare i dati, soluzioni e risultati; e le linee discontinue o *tratteggiate* per le costruzioni. A quelle *piene* o comuni giova sostituire le *punteggiate*, quando indicano parti dell'oggetto, che per ragione di altre parti anteriori, ci restano invisibili.

1803. **Differenza** principale della GEOMETRIA DESCRITTIVA dal DISEGNO e dalla PROSPETTIVA, come per le discorse cose è manifesto, si ha dai più estesi fini cui serve detta scienza. Oltrecchè insegna le leggi e le norme della Prospettiva, de apprende a rappresentare in diverse guise lo stesso oggetto, secondo le diverse posizioni sotto cui si rimiri, essa veramente addita come si generino le superficie, si conducano i piani tangenti, si determinino le intersezioni de' piani tra loro, e gl'incontri de' medesimi colle superficie curve, Il genio, la capacità degli artisti, mal soffrirebbero inceppamenti di geometriche pastoie, com'e' le direbbero; molti però riuscirebbero a migliori effetti, se appieno le leggi non ne spregiassero o disconoscessero. I principii dalla Geometria descrittiva designati, non sono astrazioni speculative; sono le rigorose espressioni del fatto, tradotte in leggi. Le quali si applicano eziandio

al disegno delle ombre (e forse anco il potrebbero alle graduazioni delle tinte) ai piani *quotati*, alla *cultellazione*, al taglio delle pietre e dei legni e simili subbietti, negli usi della vita, comuni. I disegni eseguiti secondo queste leggi hanno tale rassimiglianza al vero, che quando rigorosamente adempiute, ti appaiono offerire, anzichè disegni, reali modelli in rilievo.

1804. Il dipintore veramente artista conosce ad occhio, come dissi, se in una dipintura gli oggetti sono disegnati secondo lo scorcio che deono offerire, se in somma le leggi di prospettiva furono adempiute. Nella Geometria ordinaria quest'esattezza si rileva colla misura ossia col compasso. Ma se il dipintore ha commesso qualche menda, l'oggetto sarà pure d'alcuna guisa rappresentato, la dipintura potrà adempiere più o meno gradevolmente al suo scopo. Invece, se nel disegno prospettico siasi commesso qualche divario dalle leggi di Geometria descrittiva, traducendolo in atto, cioè volendo costruire l'oggetto che rappresenta, ne ricaverete un *turbine* che non gira, un *trebbiatoio* che non trebbia, una *fienaia*, un *granaio* che non contengono la richiesta quantità di fieno e di grano.

1805. Appena dirò de' principii essenziali di questo ramo di Geometria; però il vantaggio di conoscere questi pochi cenni, sarà 1° di poter rappresentare con esattezza il disegno d'una *casa*, d'un *attrezzo*, d'un *ponte*, d'un *cancello* o altro obbietto qualunque secondo l'idea concepita, e perchè ne segua l'esatta esecuzione; in 2° luogo di comprendere le dimensioni e forme reali degli oggetti che si trovano disegnati, quando lo sieno colle geometriche regole. Non pochi vollero far costruire un *aratro*, una *macchinetta*, un *castello di bigattaia* su disegni, e in sostanza n'ottennero un oggetto assai diverso da quello rappresentato, sia perchè il disegno era mal fatto, sia perchè, fatto a dovere, non si seppe comprendere. Onde a ragione affermava il MONGE, la Geometria descrittiva diverrebbe un giorno una delle parti principali dell'educazione nazionale, essendo i suoi metodi necessarii agli artisti come il leggere, lo scrivere e 'l numerare (1).

1806. La Geometria descrittiva ha dunque i vantaggi dello studio d'una lingua; serve ad esprimere altrui i vostri sentimenti, e in pari tempo a comprendere gli altrui. L'ommettere la Geometria descrittiva, o limitarla alla sola Prospettiva lineare, è un equivoco d'alcuni ne' pochi trattati elementari, ove si estendono alla Prospettiva. Questa Geometria, come de' punti, linee e contorni, così pure degli accidenti della luce, dell'ombra, penombra ecc., offre regole determinate e sicure, quali occorrono per rilevare la convessità o concavità delle superficie, l'ampiezza degli sporti ed aggetti, e quanto conduce alla fedele rappresentazione dell'obbietto da dimostrare.

1807. **Dichiaramento.** La parte di pura Geometria descrittiva, che può interessare l'agronomo, è quella cui mi limito in questi cenni, o quanto basta per saper la ragione degli altri che seguono sulle loro applicazioni. Essi sono adunque ristretti a quest'unico scopo, e sono anzi modificati al bisogno dell'uso pratico di avervi ricorso.

1808. Dirò breve in pochi articoli:

---

(1) MONGE, Geom. descript. PARIS An. VII, pag. 89.

Art. I. **Primi elementi di Geometria descrittiva:**

[1] Definizioni;

[2] Proiezione del punto;

[3] Proiezione delle linee rette;

[4] Proiezione de' piani;

[5] Proiezione dei solidi.

Art. II. **Applicazioni pratiche di Geometria descrittiva.**

[1] Principii fondamentali;

[2] Rappresentazione d'oggetti sull'orizzonte;

[3] Rappresentazione d'oggetti nello spazio;

[4] Esecuzione pratica.

Art. III. **Delle Ombre.**

[1] Cos'è l'ombra?

[2] Corpi a superficie piane e curve;

[3] Cosmologica provvidenza.

Rammenterò ancora ciò che ho detto in genere: questi articoli sono tutt'altro che pura Geometria descrittiva; ne seguono le leggi, ma nel ristretto senso dell'agricola applicazione.

Art. I. Nozioni essenziali di Geometria descrittiva.

(1) Definizioni.

1809. **Proiezione** è la rappresentazione, o anco il modo di rappresentare sovra un *piano* di data posizione, una figura situata nello spazio, fuori di detto piano. È in sostanza la *traccia* determinata dalle intersezioni delle rette che si ponno condurre da tutti i punti di quella figura su quel piano.

Obbiettiva è l'estensione di quella figura che si considera. Ma per l'ordinario si riferisce a due *piani* tra loro perpendicolari, uno de' quali è verticale e posto di fronte all'osservatore, e l'altro orizzontale.

Piani di proiezione sono i detti due *piani*, così chiamati perchè vi figurano le proiezioni de' punti e delle linee dell'*obbiettiva*.

Piano ortografico è quello verticale.

Piano icnografico è quello orizzontale.

Piano de' profili è un terzo *piano* perpendicolare per solito a ciascuno de' due predetti, e cui pure si riferisce talora l'estensione contemplata.

Linea di terra è la retta comune ai due piani di proiezione.

Piani coordinati si chiamano l'*ortografico* e l'*icnografico*, insieme considerati.

1810. **Avvertenze. Profilo** adunque in Geometria descrittiva ha significazione diversa da quella più estesa, datagli dagli Architetti e Ingegneri; onde chiamano *profilo* anche il disegno rappresentante lo spaccato o sezione d'una fabbrica. Questo però ho avvertito chiamarsi meglio SCIOGRAFIA (§ 1791-92),

e **Profilo** quella facciata o prospetto laterale, il quale è appunto in un piano perpendicolare all'ortografico. Per non confondere il *punto* colle sue proiezioni, quello suolsi designare con lettere *maiuscole*, e la proiezione orizzontale con lettere comuni o *minuscole*, la verticale con queste stesse, però *accentate*. La linea di terra poi si usa distinguerla colle lettere L e T.

1811. Quando voglio disegnare una facciata, un profilo ed una pianta sullo stesso foglio, è come dire di voler delinearne il *prospetto* sul piano *ortografico*, lo *spaccato* su quello de'*profili*, e la pianta sullo *icnografico*. Ma se questi piani sono tra loro perpendicolari, come potranno rappresentarsi sovra lo stesso foglio di carta, ch'è in un solo piano? Ho detto che la linea loro comune è la linea di terra: questa adunque può essere tanto nel piano del foglio di carta, s'esso riposi orizzontale, quanto se il foglio lo raddrizzo verticale, come un quadro appeso al muro. Nel primo caso la pianta P P (fig. 439) rimane nel suo vero piano *icnografico;* la facciata F F e lo spaccato S S debbo supporre ch'abbiano ruotato attorno a quella linea di terra, adagiandosi sul piano della carta. Nel secondo caso del foglio verticale, il disegno *ortografico* e quello del *profilo*, cioè il prospetto e lo spaccato sono al loro posto: invece l'*icnografico* ha ruotato attorno alla linea di terra, come farebbe la caditoia d'una botola verticale.

1812. **Ribaltamento** (1) dicesi questa supposizione del piano che da una posizione passa ad assumerne un'altra: così diremo *ribaltare* quel piano verticale e quello de' profili per disegnarli sul foglio di carta orizzontale, e in generale è *ribaltato* un piano sopra un altro, quando supponghiamo che quello ruoti attorno una retta, la quale sega il secondo, e si adatta a questo stesso.

1813. **Cultellazione.** Sia il terreno pendìo A B C D (fig. 442) da misurare; la sua superficie deve essere quale risulta proiettata in un piano orizzontale. E questo modo di rilevarne l'adequata misura appunto s'appella *cultellazione*, il qual vocabolo usarono i geometri per indicare la *misura delle altezze e delle distanze, presa con istromenti appropriati, non in una sola, ma in diverse operazioni*. Checchè ne sia del nome, ecco di qual guisa il fatto s'adempia. Da ciascuno degli angoli della superficie inclinata si abbassa una perpendicolare sull'orizzontal piano M N P O, e quel quadrilatero M N P O rappresenterà realmente l'area *produttiva* del rettangolo A B C D. Più innanzi ricorre la dimostrazione aggiustata della necessità di questo metodo, che può solo rilevarsi dopo il convenevole studio delle proiezioni.

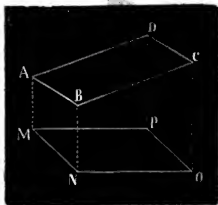



Fig. 442.

1814. **Quotato.** Dissero gli antichi *quotare* il poner la cosa nel suo or-

(1) Questo vocabolo equivarrebbe allo *sdraiare* attivo, ossia porre a *sdraiare*: ho seguito le denominazioni usate dal Pasi, *Sunto di Lezioni* di Geometria Descrittiva, seconda ediz. Pavia, 1844.

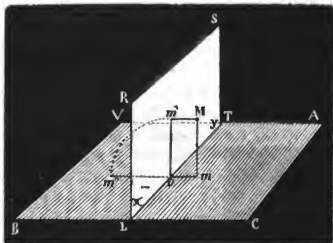
dine, o anco il giudicare in qual ordine la cosa sia. Odiernamente alcuni italianarono il *coter* de' Francesi, adoperando il *quotato* pe' punti linee e superficie che si rappresentano colla sola proiezione orizzontale con aggiunta di numeri i quali indicano la loro altezza al di sopra e al di sotto del piano di proiezione. Lo che in ispecie viene praticato nel *levamento* di estese superficie, fondi di mare, piani di fortificazione, e quando nel disegno l'elevazione de' varii punti resterebbe comparativamente troppo piccola. Il *quotare* è adunque fare una cultellazione corredata di numeri i quali contrasegnino la lunghezza delle verticali condotte dal piano icnografico ai diversi punti della superficie *quotata*.

[2] Proiezione del punto.

1815. Del **punto nello spazio** si determina la posizione geometrica mercè la sua distanza da tre piani (1486 ecc.). Colla proiezione invece bastano due soli, l'uno dei quali s'intende poi *ribaltato*, e perciò la posizione del punto è fissata in sostanza in un piano solo.

1816. **Problema** XCI. *Determinare la posizione del punto M.*

Suppongasi il foglio di carta V A B C (fig. 443) piegato in $x\,y$ in

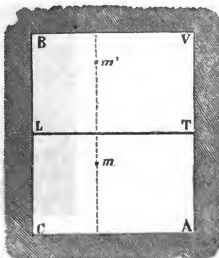
Fig. 443.

modo che la sua porzione A $x\,y$ C rimanga orizzontale, e l'altra metà R S $x\,y$ si elevi verticale. Sarà A $x\,y$ C il piano *icnografico*, R S $x\,y$ l'*ortografico* ed **L T** la *linea di terra* (§ 1809). Condotta dall'*obbiettiva* M la M *m* perpendicolare al piano *icnografico*, il punto *m*, piede di quella perpendicolare, è la proiezione orizzontale del punto M. Condotta poi dallo stesso punto M la perpendicolare M *m'* sul piano *ortografico*, il piede *m'* di detta linea è la proiezione verticale del punto M.

1817. Spiegate il foglio A B C V, vo' dire, togliendo quella piega X Y, ridistendete sul tavolo la parte R S $x\,y$; ecco *ribaltato* il *piano ortografico* e posto in linea dell'*icnografico*. La proiezione *m'* del punto M prenderà il posto *m''*. In questo *ribaltamento* la linea *m'o* viene a confondersi nella *m''o*, la quale rimane nel prolungamento dell' *o m*, come sarebbe facile a dimostrare. Quindi

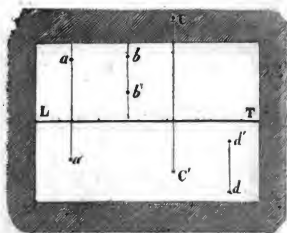
1818. **Teorema** CXCI. *Le proiezioni di uno stesso punto dello spazio, sono collocate sovra una stessa linea perpendicolare alla linea di terra.*

1819. **Teorema** CXCII. Inversamente, *Due punti posti in una stessa perpendicolare alla linea di terra, sono sempre le due proiezioni d'un identico punto nello spazio.*

1820. Più generalmente si tira da sinistra a destra una linea L T (fig. 444), che è la linea di terra: la parte al disotto di essa (ossia anteriore rispetto all' osservatore) rappresenta il piano orizzontale, cioè quello delle proiezioni icnografiche; la parte superiore (o posteriore rispetto a chi guarda) è quella verticale ossia delle proiezioni ortografiche. Quel tal punto M dello spazio, avrà le sue proiezioni in *m* ed *m'*.

Fig. 444.

1821. Quella parte superiore alla linea di terra non rappresenta solo il piano verticale, ma insieme la parte di piano orizzontale che sta addietro al medesimo. Similmente la parte inferiore rappresenta anche la parte verticale, situata al disotto del piano orizzontale. Come apparirà in seguito, non può accadere perciò equivoco alcuno. Le designazioni speciali (seguendo il prescritto al § 1810) tolgono ogni ambiguità.

Così *a* ed *a'* (fig. 445) sono proiezioni d'un punto posto tra il piano orizzontale e il verticale;

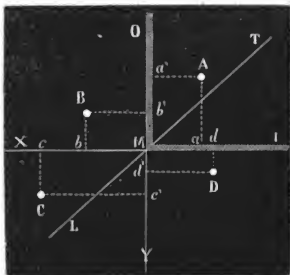
Fig. 445.

b e *b'* sono quelle di un punto posto al disopra del piano orizzontale e più addietro del piano verticale;

C e C' quelle del punto situato sotto il piano orizzontale, ma in addietro del piano verticale;

d e *d'* quelle del punto situato al disotto del piano verticale.

1822. Per esprimere più materialmente queste significazioni, la figura 446 ne offre la chiave. Supponiamo che la linea di terra L T (fig. 446) sia quasi in direzione del nostro raggio visuale, e che possiamo vedere solo le costole dei due piani coordinati, O M l'*ortografico*, M I l'*icnografico* I punti contem-

piati or ora, consideriamoli come sferette. La sferetta A sarà quella cui

Fig. 446.

corrisponde l'ortografia a' e l'icnografia a; la sferetta B, posta dietro dal piano ortografico, ha le proiezioni b' e b; la sferetta, D posta dinanzi al piano ortografico, ma sotto l'icnografico, ha le proiezioni d' e d; infine la C, posta dietro al piano verticale, ed inoltre al disotto dell'orizzontale, ha le proiezioni c e c'. Naturalmente si è dovuto immaginare prolungati que' due piani coordinati colle linee M X ed M Y, per poter segnare le proiezioni ivi rappresentate.

1823. **Corollari.** Se il punto è situato nel piano *icnografico*, la sua proiezione verticale è nella stessa *linea di terra*, e la sua proiezione orizzontale è il punto stesso. Tale riuscirebbe A (fig. 447), che perciò si nota con lettera maiuscola.

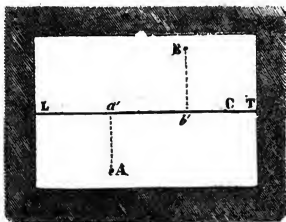



Fig. 447.

Se il punto è posto nel piano *ortografico*, la proiezione orizzontale è nella stessa *linea di terra*; la verticale è il punto stesso. Tale è B.

Se infine il punto è situato nella linea di terra, esso stesso rappresenta le sue proiezioni, orizzontale e verticale. Questo avviene del punto C.

Il problema della distanza tra due punti si riferisce alla proiezione delle linee, null'altro essendo tale distanza che la lunghezza della *retta* onde ponno congiugnersi.

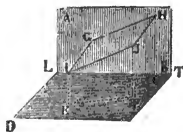
[3] Proiezione delle linee rette.

1824. **Problema** XCII. *Trovare le proiezioni d'una data linea.*

S'immaginino due piani che passino per la medesima linea: uno parallelo al piano *icnografico*, l'altro parallelo all'*ortografico*. Le intersezioni dei due detti nuovi piani (che diconsi *proiettanti delle linee*) coll'*icnografico* e l'*ortografico*, saranno le richieste proiezioni.

Ne consegue che, per proiettare una linea retta, basta proiettare i suoi due punti estremi, ed unire le loro proiezioni con linee rette sopra ciascuno dei piani coordinati: queste linee saranno le ricercate proiezioni della linea retta contemplata.

1825. **Proiezione su due piani. Esempio.** La proiezione della retta J I (fig. 448) si ottiene calando dai suoi estremi I e J due perpendicolari I G e J H sull' *ortografico* A B, e due perpendicolari I E e J F sull'*icnografico* D C. La retta G H è l' ortografia, e la E F l'icnografia della data I J.

Fig. 448.

1826. **Proiezione d' un circolo.** Quando è parallelo ad un piano si proietta il suo diametro A B (fig. 449), per esempio, e su quello si descrive la circonferenza E G F H, la quale sarà la proiezione del circolo. Ma s' esso è parallelo ad uno dei piani coordinati, naturalmente sarà perpendicolare all'altro piano, ed in questo la sua proiezione sarà una semplice retta I J, eguale al diametro del circolo.

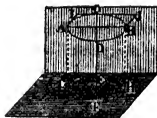
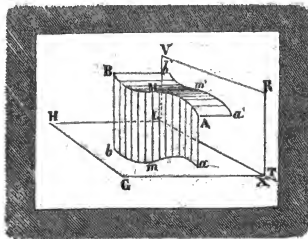



Fig. 449.

Quando sia obbliquo, si fanno le proiezioni di due diametri perpendicolari tra loro. Sieno E F e G H le proiezioni di cotali diametri A B e C D: quelle proiezioni sono gli assi della ellisse da descrivere, che sarà la proiezione orizzontale del dato circolo.

Fig. 450.

1827. La **proiezione di una linea curva** qualunque A M B (fig. 450)

è l'insieme *a m b* dei piedi delle perpendicolari A *a*, M *m*, B *b* ecc. calate dai diversi punti della curva sul piano icnografico fisso X H. Questo insieme di perpendicolari costituisce una *superficie cilindrica* nel senso generico del termine, la quale chiamasi *cilindro proiettante* la curva. Conducendo d'egual modo le A *a'*, B *b'*, M *m'* ecc. normali al piano ortografico, avremo l'altra proiezione verticale *a' m' b'* ed un'altra superficie di cilindro proiettante la curva su questo piano. Quindi la curva A M B è precisamente l'intersezione delle due superficie cilindriche rette, che hanno per direttrici le proiezioni *a m b* ed *a' m' b'*, e per generatrici le rette perpendicolari ai piani inclinati.

1828. **Traccia della linea.** Se i due punti estremi della data linea abbiano per proiezione l'uno *c'* e *c*, e l'altro *d'* e *d* (fig. 451); le rette *c' d'* e *c d* saranno le due proiezioni della linea medesima, Quando volessi trovare le *traccie* di questa retta, cioè i punti dove incontra i due piani coordinati, ricorderò in primo luogo che il punto suo comune col piano *ortografico*, coincide colla proiezione stessa del medesimo punto (§ 1823): dunque la traccia verticale della medesima retta deve trovarsi nella sua proiezione verticale; ma la proiezione orizzontale di quel punto che è situato nel piano verticale, dee necessariamente trovarsi nella linea di terra. Prolungando adunque la proiezione orizzontale *d c* sino all'incontro della linea di terra, cioè in *a'*, ed elevando una perpendicolare su questo punto sino a quello dove s'incontri colla proiezione *c' d'*, prolungata, cioè in A, questo punto m' indicherà la traccia verticale nello spazio della linea indagata. Per converso, volendo trovare la traccia orizzontale, prolungherò la proiezione verticale *c' d'* sino all'incontro in *b'* della linea di terra, e conducendo nel piano icnografico la *b'* B, sinchè tagli la *c d* prolungata, otterrò in B la traccia orizzontale della linea esplorata.

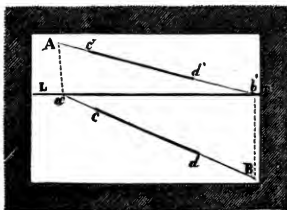



Fig. 451.

1829. **Problema** XCIII. *Trovare la distanza tra due punti dati.*

Ho da costruire il casetto O (fig. 452), di cui ho la pianta nel piano icnografico P, e il prospetto nel piano ortografico O. Io voglio sapere la lunghezza delle piane che dal culmine *c'* devono arrivare agli spigoli *a'*. Debbo adunque misurare la distanza tra due punti, dell' uno dei quali ho la proiezione verticale in *c'* e l' orizzontale in C; dell' altro la proiezione verticale in *a'*, e la orizzontale in *a*.

È chiaro che nè *c' a'*, nè C *a* mi rappresentano quella lunghezza, la quale è il risultato della distanza orizzontale del culmine C dagli spigoli *a*, ed in pari tempo dell' altezza verticale di *c'* sopra que'punti *a'*.

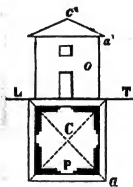
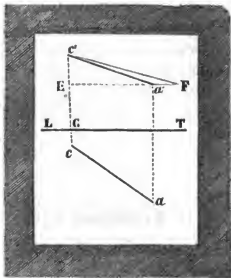
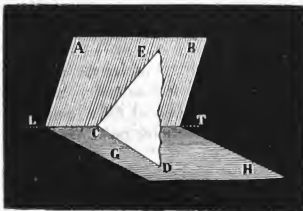
Fig. 452.

Dati adunque generalmente due punti le cui ortografie sieno c' e a', e le icnografie c ed a (fig. 453), dal punto situato più basso nello spazio immaginario si conduca una perpendicolare tirata sulla proiettante dell'altro punto, per esempio, da a', l'a' E perpendicolare alla c' G. La differenza di altezza tra i due punti sarà la E c', e l'altro cateto E a', se ci riflettiamo attentamente, è orizzontale come la $c\,a$, ed anzi la $c\,a$ è la sua proiezione; cosicchè questo cateto evidentemente è eguale alla $c\,a$. La $c'\,a'$, ipotenusa di quel triangolo rettangolo E $c'\,a'$, da noi immaginato nello spazio, è la distanza cercata. Ora siccome in quel triangolo, la E a' rappresentar si deve colla $c\,a$; perciò, allungando sino in F, onde sia E F $=$ $c\,a$, avremo l' ipotenusa c' F, che sarà la vera espressione della distanza tra i punti c' ed a'.

Fig. 453.

[4] Proiezione dei Piani.

1830. **Un piano** è sempre determinato, quando si conoscono due linee che giacciano nel piano medesimo (§ 1492). Immaginate un piano qualunque nello spazio, purchè lo estendiate convenevolmente, s'incontrerà ne' piani *coordinati* (§ 1809). Se sarà parallelo ad uno di essi, non potrà mai incontrarlo, ma solo incontrerà l'altro, ed evidentemente in direzione perpendicolare. Le rette secondo cui taglierà i piani coordinati sono le *tracce* del piano che s'immagina.

1831. Pieghiamo un'altra volta il foglio di carta, a modo che la sua metà A B (fig. 454), s'elevi verticale all'altra metà G H, piegandosi sulla linea L T.

Fig. 454.

Se contrapponiamo a quest'angolo diedro nel suo interno un pezzo di carta a lembi C E e C D, formanti angolo retto, esso può darci idea del piano immaginario che incontri i due coordinati. Purchè conservi il vertice C sempre

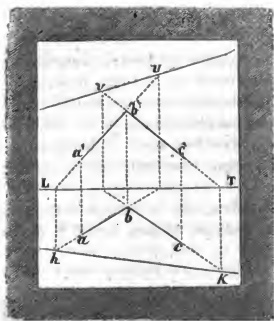
sulla linea L T, comunque io tenga ritto o inclinato quel brano di carta C D E, la linea C E lambirà il piano verticale, la C D l' orizzontale: e queste due linee, colla loro posizione, indicheranno la posizione di quel piano indefinito di cui è parte il pezzo C D E.

1832. Per rappresentare adunque graficamente la posizione d'un piano, si ha solo a segnarne le *tracce*, cioè a dire le sue linee d'incontro ovvero intersezioni coi piani coordinati. Le quali linee evidentemente taglieranno sempre tutte e due la linea di terra in un identico punto.

Ma se noi *ribaltiamo* il mezzo foglio A B, abbassandolo sul tavolo ove posa l'altro mezzo foglio G H, l'angolo che faranno le linee o tracce C D e C E sul foglio disteso, non sarà più quello di prima, quando i due piani erano posti l'uno sull'altro perpendicolarmente. Ora un piano è sempre determinato quando si conoscono tre de' suoi punti che non siano in linea retta (§ 1490). Perciò noi troveremo le tracce del nostro piano, sciogliendo il seguente

1833. **Problema** XCIV. *Date le proiezioni di tre punti, trovare le tracce del piano che passa pe' medesimi.*

Sieno $a'a$, $b'b$ e $c'c$ (fig. 455) le proiezioni di tre punti dati A, B e C

Fig. 455.

dello spazio. Noi potremo costruire le proiezioni delle linee che li congiungono A B e B C; di più trovare le loro tracce u, h, e v, k (§ 1828). Si congiungano queste tracce colle uv ed hk: queste nuove linee sono le tracce del piano che passa pei dati tre punti A, B e C.

(5) Proiezione dei Solidi.

1834. Rappresentiamoci di nuovo quel dado ossia cubo, di cui si disse al § 1799: quale sarà la sua proiezione?

S'io lo colloco con una faccia parallela ad uno de' piani di proiezione, avrò evidentemente per sua proiezione la figura d'un quadrato. Sarà, per

esempio, A ovvero B (fig. 456), essendo C quel tal cubo, *g e f h* e *c a d* i due piani coordinati.

Se il detto cubo C, è posto in modo che il piano di proiezione sia parallelo ad un suo spigolo, la proiezione del cubo C sarà un rettangolo D, i cui due lati minori sono eguali al lato del cubo, e i due maggiori sono eguali alla diagonale del cubo medesimo.

Fig. 456.

Se infine il cubo sia posto in modo che uno dei piani di proiezione sia perpendicolare ad una diagonale *m n*, per esempio, di esso cubo, la proiezione di questo sarà un esagono F, in cui la distanza tra due angoli opposti è eguale alla diagonale del cubo, e la distanza tra due lati opposti, è eguale alla diagonale di una faccia del cubo stesso, di quella guisa che vedremmo lo stesso cubo, se fosse a noi rivolto nella posizione E.

1835. Certo le forme del cubo presentano le condizioni più facili: per noi basterà rilevare le proiezioni del tetraedro, per non dilungare soverchiamente, e per non entrare in calcoli più elevati, quali sortono dalle pure nozioni elementari cui si limita il nostro divisamento.

1836. Un **tetraedro** di base *a b c* (fig. 457) sia proiettato sul piano icnografico: se *s* sia la proiezione orizzontale del suo vertice, si rileva in questa figura i lati o spigoli *a b*, *b c* e *c a* conservare la loro lunghezza, quando supponiamo quella base parallela al piano di proiezione; ma gli spigoli *a s*, *s c* ed *s b* sono minori delle rispettive reali dimensioni del solido. Supponendolo disposto in modo che il suo spigolo *c b* sia perpendicolare alla *linea di terra* L T, la sua proiezione verticale sarà il solo punto *b'*; le due ortografie di *b s* e *c s* si confonderanno nella sola *b' s'*: quelle di *a b* e *b c* nella sola *a' b'*: infine lo spigolo *a s* verrà proiettato in *a' s'* conservando la sua reale grandezza.

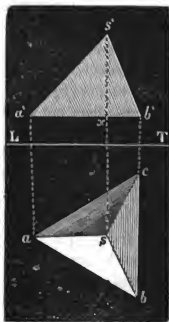



Fig. 457.

Quindi, per avere l'elevazione del solido proposto, conducansi dai punti *a*, *b* e *c* le *a a'*, *b c b'* ed *s s'* normali alla linea del terreno L T: le prime due generano le proiezioni *a'* e *b'*, onde la base ortografica *a' b'* del tetraedro e l'altra il suo vertice *s'*. Il quale si determina su quella verticale *s s'*, facendo centro in *a* con apertura di compasso *a' s'* eguale alla lunghezza reale dello spigolo *a s* (ch'è rappresentata da *a c*) descrivendo arco di cerchio il qual tagli la perpendicolare *y s'* in *s'*, d'onde si uniscono l'*s' a'* ed *s' b'*, e si ha nel triangolo *a' s' b'* la ortografia del dato tetraedro.

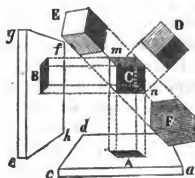
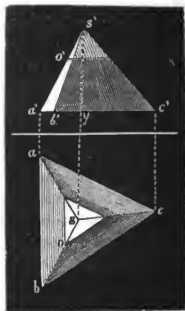
1837. Abbiasi ora un tronco di tetraedro la cui proiezione orizzontale sia comunque inclinata colla linea di terra (fig. 458). La ortografia del lato *a b*

della base sarà $a' b'$; del lato $b c$ sarà $b' c'$; del lato $a c$ sarà $a' c'$; tutte ortografie minori delle dimensioni reali. Lo spigolo $a s$ si proietta come se il solido fosse intiero: ha la proiezione verticale $a' s'$ determinata dall'altezza s, la quale si ottiene col fare $s y = s x$ della costruzione precedente.

Fig. 458.

1838. Ne' trattati di Geometria descrittiva, tra quali primeggiano quelli del MONGE e del LEROY, e sono pur commendevoli le Lezioni del PASI (1), col soccorso dei principii fin qui enunciati, sciolgonsi moltissimi altri problemi spettanti a linee rette ed a piani: dipoi si passa alla determinazione di piani tangenti, allo sviluppo ed alle intersezioni delle superficie, alle curve a doppia curvatura, di cui abbiamo già fatto cenno (§ 1776 - 1785), e finalmente si procede ad applicare i teoremi stabiliti alla prospettiva ed alla teoria delle ombre. Tengo fermo però bastare i pochi cenni elementari dati di Geometria descrittiva per chi voglia conoscere la ragione delle leggi di Prospettiva cui è ora da far passo.

Art. II. Applicazione pratica, o Prospettiva.

1839. La **Geometria descrittiva,** giova ripeterlo, è la scienza ossia la teorica della PROSPETTIVA: questa adunque è l'applicazione di quella. E siccome gli è appunto la sua utilità pratica il motivo per cui n' ho discorso con questi studi, quindi l'uopo delle nozioni di Prospettiva più facili a ricorrere opportune per l'agronomo.

1840. **Relazioni di fatto.** La GEOMETRIA DESCRITTIVA è definita il linguaggio delle costruzioni e delle arti, perchè infatti colle sue grafiche proiezioni degli oggetti, si parla all'occhio dell'artefice, del costruttore. L'*ortografia* e l'*icnografia*, vale a dire due proiezioni, la verticale e l'orizzontale, bastano per esprimere la collocazione dei corpi nelle diverse posizioni, e dare loro la forma e le dimensioni di cui sono realmente forniti. Col semplice disegno geometrico, ossia *stereografico* di un attrezzo, di un fabbricato, non si può formare quella idea del suo insieme, la quale risulta dal figurarlo prospetticamente, e costituisce in sostanza quel reale stato apparente del dato corpo sotto il quale ci è dato unicamente nel fatto di poterlo vedere. In natura è impossibile vedere un oggetto qualunque secondo il disegno geometrico: tutte le sue parti si presentano modificate sotto una posizione e uno stato apparente ben diverso dallo stato reale. Ma questa posizione, queste modificazioni apparenti delle loro forme e dimensioni, non

---

(1) PASI Carlo, Sunto di lezioni di Geometria descrittiva, sec. ediz. PAVIA, 1844.

sono arbitrarie; dipendono da leggi esatte quanto tutte quelle degli altri rami di Geometria.

1841. Si è detto, il *disegno geometrico* è indispensabile agli artefici che si occupano della costruzione degli oggetti, il prospettico agli artisti i quali hanno per iscopo la sola rappresentazione dei medesimi. A rigore di termini, il pittore ha per guida la *prospettiva*, lo scultore invece la *stereografia*. Ma l'architetto e in generale il costruttore? Riguardando all'effetto, si potrebbero citare molti esempi di edifici, pubblici in ispecie, i quali geometricamente raffigurati nel disegno architettonico, di poi eseguiti risultarono goffi, sproporzionati, tutt'altro insomma dell'effetto presunto dalla geometrica loro delineazione. Questo sconcio ed infelice successo si sarebbe preveduto, se contemporaneamente si fosse offerto il disegno prospettico dell'edificio. Ma non è qui mestieri di calcolare l'effetto più o meno gradevole alla vista: lo scopo importante è di servire alla destinazione degli oggetti da costruire. Ora il disegno prospettico varrà sempre a far conoscere di primo tratto l'organismo, per così dire, d'uno strumento; la rispettiva collocazione e congiunzione delle sue parti. L'idea stessa del modo di azione di una macchina o di un attrezzo rusticale, quella della sua solidità, non che il più facile concepimento delle mutazioni o riforme opportune, si ponno avere dal disegno prospettico ben fatto, cioè regolato dalle leggi della Geometria descrittiva. La quale sola fornisce all'uomo il mezzo di vedere gli oggetti come in realtà si ponno soltanto vedere; mentre il puro disegno stereografico, rappresenta gli oggetti con quell'aspetto, che a' nostri occhi non possono avere giammai.

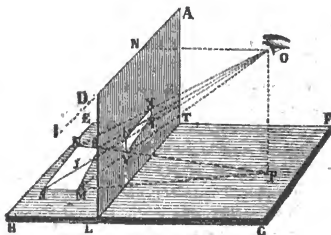
1842. L'agronomo adunque il quale voglia comprendere a dovere il reale stato degli oggetti prospetticamente raffigurati; o dare a conoscere alcuna modificazione da introdurre in qualche strumento o edificio; o fare eseguire qualche oggetto sul semplice disegno prospettico, troverà convenevole di conoscerne le regole. Se non che le poche date sin qui di GEOMETRIA DESCRITTIVA deono bastargli per calcolare il vero senso dell'ingegno delle proiezioni. Troppo arduo e lungo cammino rimarrebbe a fare nelle ulteriori disquisizioni geometriche: all'agronomo per l'indicato fine, restano solo da apprendere le pratiche applicazioni, le quali riescono anco utili preliminari alle nozioni ottiche della FISICA AGRARIA.

[1] Definizioni e principii fondamentali.

1843. **Fondamento della prospettiva.** Supponi un piano H E F G (fig. 459) sul quale un oggetto J veduto da O mediante i raggi visuali O R, O M, O N, O S, i quali formano una piramide avente per base l'oggetto, e per vertice l'occhio O. Si elevi verticale sulla linea L T, altro piano trasparente, una lastra di cristallo A B C D; taglierà quella piramide con una sezione, la quale sul piano stesso trasparente è la prospettica figura dell'oggetto reale.

1844. Quel piano A L T D dicesi *quadro*, *piano prospettico* o *tavola*, mentre il piano E F G H è il *piano geometrico* sul quale è la proiezione *oriz-*

zontale dell'oggetto ch' è in prospettiva. Oltracciò la loro intersezione è detta

Fig. 459.

L T *linea di terra*

A I (sua parallela) *linea d'orizzonte*, e dee passare per la proiezione N dell' occhio sul *quadro;*

O N *distanza dell'occhio;*

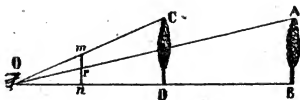
N punto *principale* o *di veduta;*

I punto distante da N quanto l'occhio O, è il punto di *distanza;*

O P *altezza dell'occhio*, che si suppone eguale alla distanza dal quadro o piano prospettico;

P *punto di stazione.*

1845. L' **angolo ottico**, di cui più chiaramente dirò nella FISICA AGRARIA, è quello che determina l'apparente dimensione degli oggetti più o meno lontani (1). Di due eguali alberi A B e C D (fig. 460), guardati da O,

Fig. 460.

quello a maggior distanza, cioè A B, ci appare tanto più piccolo del più vicino C D, in certa proporzione, quanto l'angolo A O B è minore del D O C. Supponendo posta tra questi oggetti e l'occhio una lastra di cristallo *m n* verticale, in cui rimanesse impressa la loro immagine, *r n* sarebbe l'altezza della immagine di A B, tutta la *m n* quella di C D. Le due disuguali

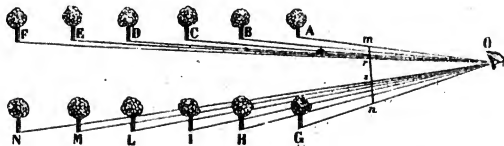
(1) *Dicimus ergo oculum primum locum, cum is sit in quem omnia visa* sub diversorum angulorum prospectu *referuntur, quo sit*, ut quando quo videtur aequidistent ab oculo quod maius est sub latiori angulo, quodque minus sub arctiori oculo demonstrentur *quae varietas facit ut rerum* degradationem intelligamus secundum. PETRUS pictor BURGENSIS de Prospectiva pingendi. V. LIBRI, HISTOIRE ecc., *loc. cit.*, T. IV, pag. 316-17.

montagne P e C (fig. 461), per lo spettatore O sembreranno eguali, e la mi-

Fig. 461.

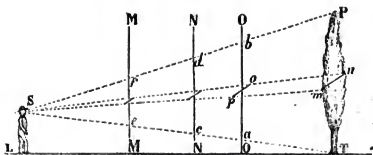
nore appena lascierà scorgere la vetta della maggiore. Una più alta M non sarà veduta che stando più da lungi come in *a*. Nel primo caso l'angolo ottico C O X è lo stesso per C come per P, e una lastra verticale *m n*, darebbe una immagine d'eguale altezza a quei poggi per amendue. Nell'altro caso il monte M porgendo allo spettatore in *a* l'angolo M *a* X maggiore di C *a* X e P *a* X, mentre non è veduto dallo spettatore O, si mostra invece all'osservatore *a* sopra gli altri elevato, e la lastra verticale in *r* segnerebbe l'altezza *t r* pel monte M, e la sola *s t* pel colle P. Quindi la ragione che alle più lontane pianure le più alte alpi si svelano. E questo basti per le dimensioni in senso verticale.

Ma gli è lo stesso per quelle in senso orizzontale. Due filari d' alberi paralleli ci appariranno sempre più tra loro vicini, quanto da noi più lontani. L'angolo ottico fatto dai due alberi F ed N (fig. 462), cioè F O N è mi-

Fig. 462.

nore d'E O M; ed $E O M < D O L$; $D O L < C O I$ ecc.; quindi quelle distanze tra D ed L, e così tra E ed M ecc. sembreranno sempre minori, e le due linee parallele si mostreranno convergenti. Una lastra posta in *m n* rappresenterebbe i due alberi A e G ne' punti *m* ed *n*, e i due F ed N nei punti *r* ed *s*, come gli altri in distanze tra loro maggiori di *r s* e minori di *m n*. Quanto accade dell'altezza degli obbietti o della distanza tra loro, non v'ha ragione perchè della loro grossezza, o forma qualunque non avvenga; quindi la facilità di desumere da un principio solo tutte le regole o quasi direbbesi la geometria delle apparenze.

1846. **Grandezza e distanza degli oggetti.** Un viale adunque, una strada appaiono ridursi sempre più stretti quanto più restano lontani dall'osservatore. Un pioppo P T (fig. 463) debba essere rappresentato sovra

un piano O O, da rimirarsi a distanza minore di quella dell'albero dallo spettatore S. Immaginiamo tesi due fili dal suo occhio alle estremità P e T

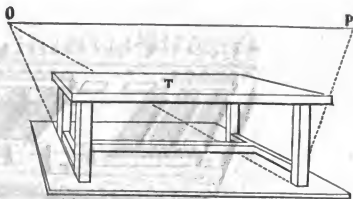
Fig. 463.

del pioppo, i quali traversino il dato piano O O. L'altezza *a b*, determinata dalla intersezione dei fili col piano, limita la grandezza dell'immagine prospettica dell'albero. Questo significa che, dipinto un pioppo nel piano O O, di quella grandezza *b a*, quando quel piano sia in quel punto, il disegno farebbe nell'occhio dello spettatore la stessa sensazione dell'albero reale. Se invece il piano o il quadro gli si presenti più vicino, quella grandezza dee scemare secondo la *c d* e la *f e*. Sempre nel supposito che il piano e l'oggetto sieno verticali, ovvero paralleli, dai triangoli simili S *f e*, S *c d*, S *b a* ed S P T, avendosi

S T : T P :: S *a* : *a b* :: S *c* : *c d* :: S *e* : *e f* ecc.,

data la misura della distanza dall'occhio all'oggetto, e le sue dimensioni, e similmente data la distanza della sua immagine dall'osservatore, si trovano le dimensioni che aver dee l'albero stesso. Dissi dimensioni, e non la sola altezza, perchè infatti lo stesso ragionamento vale per qualunque punto del contorno dell'albero. Da S si può sempre condurre uu paio di raggi visuali S *m* ed S *n* a cotali punti, ed avrò in *p o* l'intersezioni che nel piano O O daranno la misura di quella grossezza, valendo la stessa proprietà de' triangoli simili S *p o* ed S *m n* ecc.

1847. Ora non meraviglierà più l'agronomo se la luna gli appare quasi grande come il sole, benchè questo abbia un diametro 411 volte maggiore: perciocchè la sua grande distanza rende l'angolo ottico pressochè eguale. E stando a più stretto riflesso agronomico, rileverà dalla fig. 461 il perchè un podere posto, per esempio, a ponente dei colli M C P, se giaccia tra *o* ed Y non può godere il sole finchè non siasi elevato fino in B, mentre altro predio, posto tra *o* ed *a* n'è illuminato tanto prima, cioè durante l'intervallo in cui il sole recasi da A fino in B. A suo luogo dalla fig. 462 rileverà quanto sia favorevole la piantagione degli alberi in filari paralleli, perciocchè, comunque distanti, e comunque piccolo in conseguenza l'*angolo ottico*, i raggi visuali non sono però mai interrotti, e da un estremo del campo si può sempre scorgere liberamente tutta la superficie del medesimo, ed indagare se vi siano *prodotti* da riporre, ed animali di qualsiasi specie vaganti, o di qualche guisa dannevoli.

1848. **Osservazioni diverse.** Il *punto di veduta* alcune volte si tiene alto per vedere il disopra degli oggetti. Così è situato in O (fig. 464) per vedere il piano superiore della tavola T: quivi il *punto di distanza* è supposto lontano da O quanto lo è l'occhio dal *quadro.*

Fig. 464.

1849. Altra volta il *punto di veduta* è posto a metà circa dell'altezza reale dell'oggetto; in ispecie quando si vuol conoscerne la interna disposizione. Tale è la collocazione nella fig. 465 che rappresenta parte dell'interno di uno stallone da bestie: P e V sono le pareti laterali, ossia le *facce fuggenti*, mentre A, B, C sono le travi, quali presentansi conservandosi parallele.

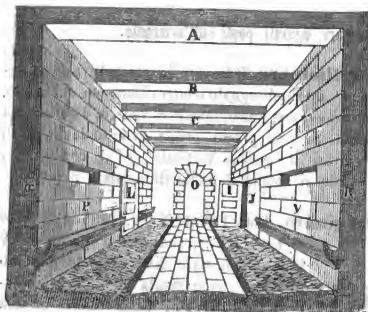
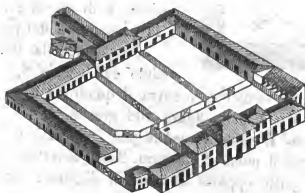
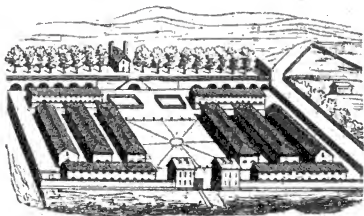



Fig. 465.

1850. Torna pur convenevole altre volte collocarlo in posto così elevato come se l'oggetto si rimirasse da una torre o da un poggio. Così la figura 466 ne dà subito la vista di uno stabile comprendente la casa del fittaiuolo o proprietario, quelle de' lavoratori, le stalle, scuderie ed i muri di ripartimento ecc., e la figura 467 ci offre pronta idea del meglio inteso

Fig. 466.

ammazzatoio macellesco di PARIGI.

1851. Tra le distinzioni principali degli oggetti, dei quali voglia trarsi

Fig. 467.

il disegno prospettico, è quella se i medesimi sieno collocati sulla linea dell'orizzonte *sensibile*, ovvero nello *spazio*, immaginandoli come isolati: quindi sotto questi due aspetti il nostro studio proceda.

[2] Rappresentare oggetti posti sull'orizzonte.

1852. **Disposizione preliminare.** Il trovare la prospettiva di un oggetto posto sull'orizzonte è come averlo disegnato icnograficamente sul tavolo, e volerlo figurare in un piano *ortografico*, immaginando di vederlo da una data distanza e da una data altezza. Segnasi perciò prima di tutto la linea *di terra*, cioè quella su cui elevasi il *quadro* verticale, e si conduce la sua *linea d'orizzonte*, nella quale si notano il punto di *veduta* e il punto di *distanza*.

1853. **Prospettiva del punto.** Dato il punto X (fig. 468) e la *linea di terra* L T, conducesi a questa da X la perpendicolare X M. Fissato il punto di *veduta*, cioè fissata la proiezione verticale dell' occhio, ossia la sua altezza in O, e sulla *linea d'orizzonte* stabilito il punto di distanza, per esempio P, si unisce con una retta M ad O, dipoi preso M T = M X, conducesi la T P: l'intersezione Y di quella retta M O colla T P è la prospettiva del punto X.

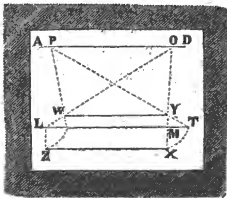



Fig. 468.

Supposto nella fig. 469 il punto V veduto dall' occhio S, la traccia R che lascierebbe il raggio visuale S V sovra il quadro A B verticale, è la stessa del punto prospettico Y della figura 468 precedente.

Avvertenza. Il *punto di veduta* può collocarsi a diritta o a sinistra, e così per converso il *punto di distanza*. Basta avvertire di prendere la distanza M T dalla parte opposta al *punto di distanza*, altrimenti non vi sarebbe punto d'intersezione colla retta condotta al *punto di veduta*. Quest'avvertenza vale sempre per tutte le costruzioni seguenti.

1854. **Prospettiva della retta.** Ripetonsi le stesse costruzioni fatte pel punto X anche pel punto Z (fig. 468), altro estremo della data Z X, e trovasi l'altro punto prospettico W. Si unisce W ad Y e la retta W Y è la richiesta.

Fig. 469.

1855. **Prospettiva del rettangolo.** Si considerano i suoi quattro angoli come quattro punti. Perciò colla proiezione I pel punto B (fig 470), colla N pel punto D, colla L pel punto A e la J pel punto C; congiunti questi nuovi punti colle rette N I, I L, L J ed J N si ha nel quadrilatero J L N I la prospettiva del rettangolo A B C D, supposto collocato sull'orizzonte e parallelamente al *quadro*.

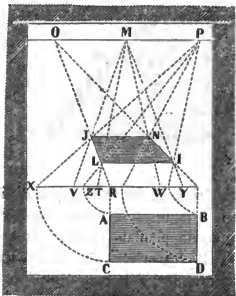



Fig. 470.

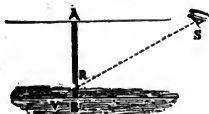
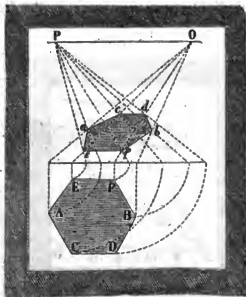
Se il punto di distanza P non fosse lontano dalla proiezione O dell'occhio, che la metà della distanza dell'occhio stesso dal *quadro*, per esempio, fosse in M, allora nel formare la prospettiva dei punti A e C deonsi dividere le R X ed R Z per metà in V e T. Da questi punti di divisione conduconsi le V M e T M, e dove intersecano le rette condotte dal *punto di veduta* O, ivi coincidono i punti di prospettiva J ed L. Locchè dovrebbesi praticare similmente per gli altri punti N ed I, prendendo le analoghe metà W ed Y.

1856. **Corollari.** In questi casi le prospettive delle linee parallele, sono parallele esse pure, purchè quelle sieno inoltre parallele alla linea di terra.

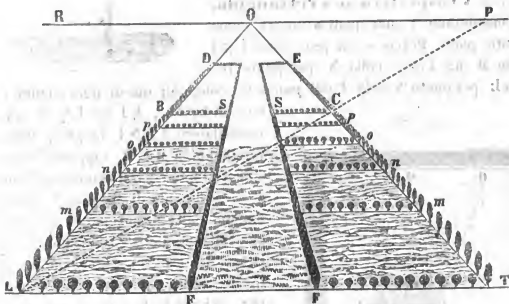
Se sono parallele tra loro, ma non alla linea di terra, le loro prospettive sono convergenti.

Fig. 471.

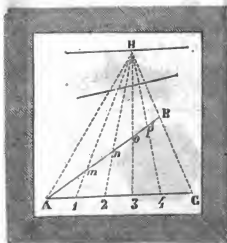
Osservando infatti due fila d'alberi, situate in linea perpendicolare allo spettatore, ci appariranno una più alta dell'altra, ma parallele tra loro: invece, se queste fila sieno parallele tra loro, ma non al quadro, o per meglio dire, non perpendicolari al raggio visuale, sembreranno avvicinarsi quanto più sono distanti. Queste *linee* e così le *facce* de' corpi non parallele al quadro, diconsi *linee* ovvero *facce fuggenti*.

1857. **Prospettiva d'altri poligoni.** La fig. 471 dimostra l'esagono A C D B F E, figurato in prospettiva, mediante le proiezioni de' suoi angoli, e fa

conoscere in *a c d b f e* come rimanga situata e conformata la figura prospettica relativamente all'oggetto reale.

1858. L'altra fig. 472 dà l'esempio d'un terreno L B C T, supposto qua-

Fig. 472.

drato e veduto in direzione normale al raggio visuale. In O è il punto di veduta, in P il punto di distanza, essendo L T la linea di terra, ed R P la sua parallela o linea d'orizzonte. Se supponiamo piantato questo terreno con quattro fila d'alberi F S, F S, L B e T C, traversate da altri filari paralleli alla linea di terra, noi vedremo prima in L B C T la figura prospettica che assume in questo caso il quadrato; inoltre il parallelismo conservato dai filari L F, F T, *m m*, *n n* ecc. normale al raggio visuale, e convergenti invece gli altri.

1859. **Avvertenza** sulla divisione delle linee *fuggenti*. Nella precedente figura la L P segna giustamente, mediante l'intersezione colla visuale O T, l'angolo C del terreno orizzontale, supposto un perfetto quadrato. Si è ideato diviso il terreno da altri filari equidistanti. Qual è il modo più spedito di dividere una linea fuggente, in parti eguali prospettiche?

Fig. 473.

1860. **Problema** XCV. *Dividere una linea fuggente* A B *in parti eguali*. Vogliasi dividere in 5 parti. Conducesi una A C (fig. 473) parallela alla *linea di terra*, e su di essa prendonsi cinque parti ad arbitrio, ma eguali. Si congiugne l'estremità G di questa linea, coll'estremità B della data, e si protrae sino al suo incontro colla linea d'orizzonte. Sia questo H: congiungansi i punti 1, 2, 3 e 4 con H, si avrà la linea A B colle intersezioni *m*, *n*, *o* e *p* divisa in 5 parti prospettiche eguali.

1861. **Prospettiva delle figure curvilinee.** Quando sieno esse pure poste nell'orizzonte, non v'ha differenza di costruzione dalle rettilinee: solo è da avvertire di proiettare, per esempio, nel circolo C (fig. 474) il maggior numero di punti della sua periferia, se si vuole determinare con discreta approssimazione il perimetro della ellisse che deve rappresentarlo. Così E raffigura la prospettiva del circolo C, supponendo in O il punto di vista, ed in D quello di distanza.

Fig. 474

[3] Prospettiva d'oggetti nello spazio.

1862. La **Prospettiva** d'oggetti nello spazio, è realmente quella degli oggetti materiali, dotati di tre dimensioni; però bisogna procedere in questo studio nella stessa guisa adottata per le sole superficie poste sulla linea dell'orizzonte.

1863. **Disposizioni preliminari.** Per avere la prospettiva d'un muro, d'una colonna, d'un oggetto qualunque, elevato verticalmente, occorre indagarne la sua pianta o proiezione *icnografica*, quindi quella del suo vertice, e la linea che unisce questi due punti è la prospettiva di quella porzione d'oggetto, limitata da quei due punti.

Fig. 475.

1864. **Prospettiva del punto nello spazio.** Sia A B (fig 475) l'altezza sul piano orizzontale, di un dato punto X, la cui distanza dal piano verticale sia *a b*. Prima di tutto si fisserà la proiezione orizzontale Z del dato punto X. Per fissare la prospettiva della sua altezza, da un punto qualunque Y della linea di terra L T, si elevi una perpendicolare Y E eguale alla data AB, e da' suoi estremi Y ed E conducansi a un punto qualunque C della *linea d'orizzonte* O P, le convergenti Y C ed E C. Pel punto Z, tirata la Z W, parallela alla linea di terra, dal punto W in cui questa s'incontra colla Y C, si eleva una perpendicolare, la quale, tagliata in N dalla E C, dà nella parte intercetta W N l'altezza prospettica ricercata. Lo che fatto, innalzasi in Z altra perpendicolare Z M eguale alla W N, e la sua estremità M sarà la prospettiva del dato punto X.

1865. **Corollari.** Se si ha una serie d'oggetti tutti d'egual altezza ed egualmente distanti dal piano del *quadro*, avendo le prospettive delle basi, tutte in una retta parallela alla *linea di terra*, ottenuta la prospettiva del-

Fig. 476.

l' altezza di uno di quegli oggetti, si ha pur quella di tutti gli altri. Se avessi una serie di pioppi uguali, posti nella linea Z X Y (fig. 476), la cui altezza fosse T E, trovata l'altezza prospettica W N, colla parallela N S è marcata l' altezza di tutti i pioppi; come appare di leggieri dalla figura.

Se gli oggetti non fossero in una linea parallela alla linea di terra, per ciascuno di essi occorre determinare la prospettiva d' altezza.

Fig. 477.

1866. **Prospettiva di una piramide.** Trovata la prospettiva della pianta o base M N (fig. 477) e del suo punto A, piede della perpendicolare che misura l'altezza della piramide, si eleva una Y I perpendicolare a un punto qualunque della *linea di terra* per determinare l' altezza prospettica W Y della piramide, e quindi il punto B il quale si unisce con rette ai vertici degli angoli della prospettiva della base, e se ne ha la prospettiva della intera piramide.

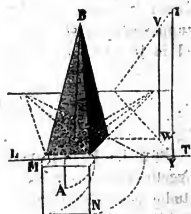
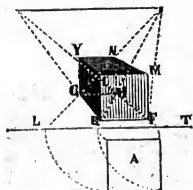
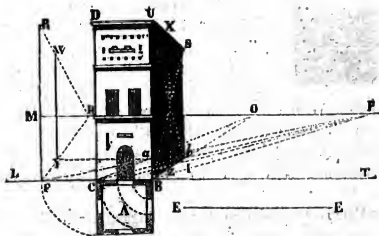



Fig. 478.

1867. **Prospettiva del cubo.** Quando una delle sue facce, quella cioè su cui siede, sia rappresentata in pianta dal quadrato A (figura 478), questo ponesi in prospettiva come dimostra E F G H. Sul lato E F si eleva il quadrato E F I M, ed un altro sul lato G H, e questi congiungonsi coi loro spigoli G E, Y I, N M ed H F, e si ha il cubo costrutto.

1868. **Prospettiva del prisma.** Ristiamoci ad un esempio dei più ovvii. Sia

Fig. 479.

A (fig. 479) la *icnografia* d'una torre di altezza eguale alla linea E E.

Determinata la prospettiva orizzontale di A, mercè la prospettiva C B *a b*, eleviamo la *ortografia* regolare, o facciata sulla linea di base ch'è nella *linea di terra*. Poi innalzata la F R verticale sovra un punto F della *linea di terra*, conducendo da F ed R due convergenti ad un punto H qualunque della *linea d'orizzonte* M O P, mediante la parallella Y *b* si determina il punto Y e quindi l'altezza prospettica Y W di quello spigolo *b* S della torre; uniti i punti U ed S, si ha in B U *b s* la faccia *fuggente* della torre stessa.

1869. **Dividere in due parti la faccia fuggente** è agevolissimo. S'uniscano gli angoli opposti, e per le intersezioni delle due diagonali si conduca la perpendicolare come la X Z nell'antecedente figura 478.

1870. **Punto di fuga** è quel punto del *quadro* pel quale passa il prolungamento della prospettiva di tutte le parallele, e si trova in quel sito del *quadro* ove passa la retta condotta dall'occhio parallelamente alle rette date. Condurremo adunque dall'occhio O (fig. 480) dello spettatore, una linea O R parallela alle rette di cui si tratta: essa giugnerà al *quadro* in un punto R il quale sarà il punto ricercato. Se le parallele proposte sono orizzontali, lo sarà pure quella O R, ed il punto di fuga sarà nella linea P N, cioè a dire sulla *linea d'orizzonte*. A maggior chiarezza veggiamo il caso 1° della prospettiva delle parallele *orizzontali*, 2° quello delle *oblique*.

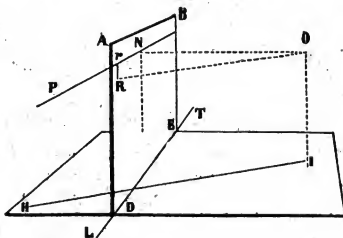
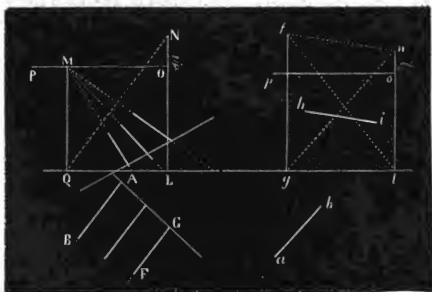



Fig. 480.

1871. Quando le linee parallele sono orizzontali, come quelle d'un edificio, d'un viale d'alberi, sulla verticale prolungata L O N (fig. 481) (essendo

Fig. 481.

O il *punto di vista*), si prende L N eguale ad O P, quando P sia il *punto di*

distanza; si conduce una N Q parallela alle orizzontali proposte B A ed F G, e dal punto Q si eleva la verticale Q M. Il punto M è il punto proposto.

1872. Quando sieno obblique, data la proiezione orizzontale *a b* di una di esse, e la sua proiezione verticale *h i*, come precedentemente, si prende una *l n* eguale ad *o p*, e conducesi la *g n* parallela all'*a b*. Elevata la verticale *g f* dal punto *g*, il *punto di fuga f* si troverà conducendo l'*n f* parallela alla proiezione *h i* della data parallela.

1873. **Prospettiva del cilindro retto.** Suppongasi costrutto da generatrici verticali. La fig. 482 ne darà pronta idea. Inscrivasi al cilindro O un prisma retto A B C D a base di quadrato, disponendone due lati parallelamente alla linea di terra L T. Fatte le proiezioni delle basi, ossia de'quadrati del prisma, e quelle de' circoli, basi del cilindro, si conducano due tangenti comuni esterne alle prospettive dei circoli: esse dovranno riuscire verticali, e saranno le prospettive delle generatrici estreme visibili del cilindro.

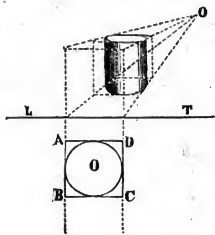



Fig. 482.

[4] Esecuzione pratica.

1874. Per verità, quando gli oggetti hanno curve, ed altre rette obblique in tutti i sensi, le linee di *costruzione* divengono moltissime, e il disegno assai complicato: ma coll' esercizio si apprende a rendere le operazioni più semplici, si evita che le linee escano dalla superficie in cui vuolsi delineare la prospettiva, e si diminuiscono ed abbreviano le difficoltà.

Sopratutto poi quando in ispecie trattasi di estensioni rilevanti da volerne sott'occhio di certa guisa il ritratto, in piccolo sì, ma fedele; si adopera speditamente nei seguenti modi, massime pe' casi quali possono occorrere agli agronomi.

1875. La figura 483 dimostra la prospettiva di un viale d'alberi paralleli, pure in direzione perpendicolare al piano del *quadro*, nel supposito che le

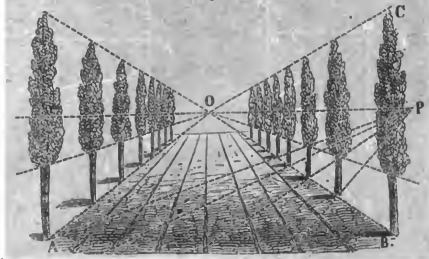
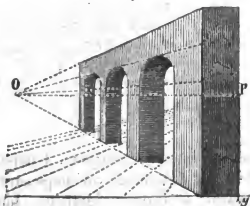



Fig. 483.

piante siano eguali d'altezza, ed equidistanti. Sulla linea A B larghezza del viale, partendo da B si nota una serie di lunghezze eguali alle mutue distanze tra pianta e pianta, e da que'punti si conducono tante rette al punto P *di distanza*; e dal punto B una retta ad O *punto di vista;* le intersezioni indicano il piede di ciascun albero. Di poi si elevano le verticali su quei punti di intersezione, notasi l'altezza degli alberi, per esempio C, e per questo punto conducesi altra retta al punto di vista O, e le intersezioni di questa retta con le dette verticali segnano le altezze prospettiche di tutti gli alberi. Pel lato A O si ripete lo stesso procedimento.

1876. La figura 484 offre la prospettiva di una serie d' archi composti in direzione perpendicolare al piano del quadro. In O è il *punto di vista*, in P il *punto di distanza*.

Fig. 484.

1877. **Avvertenza.** La scelta del *punto di vista* non è affatto arbitraria. La sua posizione si prende d' ordinario all' altezza di un terzo di quella del *quadro*, e la sua distanza dal piano del medesimo varia tra la larghezza del *quadro* e la sua metà.

Queste regole pratiche conducono alla maggiore chiarezza, e fanno evitare gli scorci troppo risentiti, e la confusione delle linee prospettiche.

1878. **Proiezioni topografiche.** Di queste dirò a suo luogo nel Libro IV, cioè nella Geonomia (1).

1879. **Carte geografiche.** La regola ordinaria per costruirle, è di supporre il globo terrestre tagliato da un meridiano; il piano di questo circolo è il *quadro;* il *punto di vista* il polo, non del globo, ma di questo stesso circolo. I raggi visuali, condotti da questo polo a tutti i circoli che ponno descriversi in quella superficie emisferica, formano tante superficie coniche il cui vertice è a quel polo, e le direttrici sono quei circoli. La figura 485 ne rappresenti l' emisfero del mappamondo: sia E E' l'equatore, P P' l'asse della terra. Per ottenere i punti *a*, *b*, *c* ecc. di divisione dell'equatore, si conducono dai punti di divisione A, B, C ecc. le rette A P', B P' ecc. al polo P'. Per avere quei meridiani che passano per *a*, *b*, *c* ecc. si fanno passare degli archi di circolo pei tre punti P', *a*, P, indi per P', *b*, P, ecc. Per avere poi la divisione *m*, *n*, *p*, *q*, onde poter descrivere i circoli paralleli, si conducono altre rette da A, B, C ecc. al punto E', e si descrivono archi di circolo i quali passino, per esempio, pei due punti A ed A.

---

(1) Tutto che richiede ulteriori sviluppi, lo avrà nelle pratiche applicazioni.
Avvertasi poi che la figura 457 in alcune copie è stata posta in luogo della 458, e viceversa.

e quel punto *m* d'intersezione trovata della A E' coll'asse P P', e così via dicendo pei punti B *n* B' ecc. Queste proiezioni assegnano però spazi assai più diseguali che non farebbe un metodo prospettico analogo al seguente ingegno del GEORAMA.

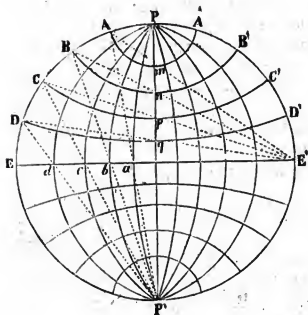



Fig. 485.

1880. Georama. Tutti non possono avere un GEORAMA come l' ha inventato e costruito il DELANGLARD; il quale, come suona quel nome *veduta della terra*, è una sfera vuota del diametro di 13 metri, su di cui è il disegno dei mari, delle isole e dei continenti, onde standovi entro si scorge l' immagine della crosta del nostro globo, come farebbe chi, per supposito, vi potesse dal suo interno riguardare. L'impossibilità di appianare la superficie della sfera, ha dato luogo ad impiegare vantaggiosamente le proiezioni per ricavarne le carte geografiche. Immaginando un piano che tagli la terra in determinata posizione, se da ciascun punto della superficie si abbassino delle perpendicolari su questo piano, i loro piedi rappresenteranno i corrispondenti punti della superficie terrestre. Ma ciò si può similmente eseguire prendendo un punto O come *punto di vista* (fig. 486) il quale riguardi dallo

Fig. 486.

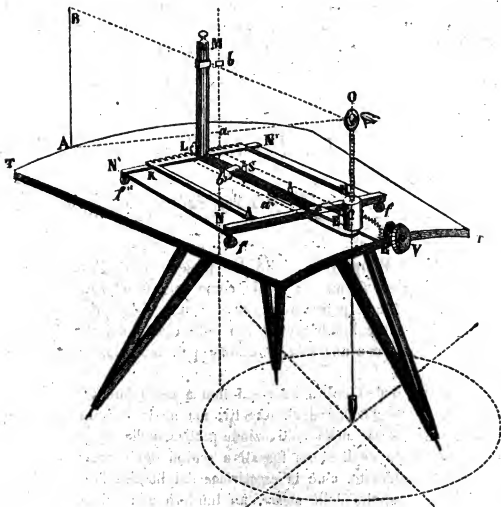
interno la superficie medesima. Se in questa sia, per esempio, la figura

dell'Italia, e s'immaginino condotte tante visuali dall'occhio O ai punti che la conterminano, supposto un piano P P trasparente tra l'occhio e l'oggetto che è quella figura, si disegnerà in esso piano la figura simile all'oggetto.

1881. La geometria descrittiva è la maestra della prospettiva, ma in cima a tutti sta la migliore dipintrice delle sue opere medesime, ch'è la Natura, e l'agronomo dee pur sapere come il possa fare a lei eseguire, quand'esso non conosca o non voglia far uso de' trascorsi metodi.

1882. **Strumenti ottici.** La FISICA AGRARIA ne rivelerà gl'ingegni delle *camere ottiche*, la *lucida* e l'*oscura*, le quali rappresentano sulla carta coi loro proprii colori gli oggetti dinanzi ai quali si presentano. Molti altri strumenti furono inventati per agevolare la delineazione delle immagini, e tutti consistono nel *quadro* o lastra di cristallo, posta tra l'occhio e l'oggetto, e nell'ormeggiare con un indice i contorni apparenti, che nel medesimo si veggono. L'indice, a mezzo d'opportuno congegno, trasmette i suoi movimenti a un matitatoio che ne riporta la traccia sovra una carta, la qual traccia è l'immagine figurata nel *quadro*, e perciò evidentemente la prospettiva dell'oggetto.

1883. **Coordonografo.** In ispecie per le colmate di monte riuscirà

Fig. 487.

molto utile l'avere il disegno prospettico del pendio, del botro, che si vuol ammendare: anco nelle riparazioni dei fiumi occorre studiare le sinuosità del-

l'alveo, gli accidenti varii de'luoghi, e torna giovevole quando si tratti di lavori di estensione, formarsene un bozzo. Lo stesso dicasi per istabilire con certa regola qualche nuova carreggiata in luoghi di collina, o tra boscaglie, ovvero per determinare nuovi confini, o anco mutamenti ne' tagli settennali o decennali de'cedui e via dicendo. Non riesca adunque sgradevole il conoscere il *coordonografo* del BOUCHER col quale in pochi momenti ritraesi la prospettiva degli oggetti.

T T (fig. 487) è una tavola portatile montata sovra 3. piedi. Su di essa elevasi l'asta verticale M L fornita in M d'una mira con due fili incrociati. L' asta è mobile mercè l' alidada C L che la regge: lo è pure la mira mediante puleggie onde con due cordoni si alza, o si discende. L'alidada gira intorno all'asse C O il quale ha in O il foro aggiustato per applicarvi l'occhio. Dato l'oggetto B qualunque, si dirige l' alidada, alzando o abbassando la mira M quanto è d'uopo perchè l'incrociamento de'suoi fili si trovi nella linea O B, ossia visual raggio dall'occhio all'obbietto. Intanto la matita congegnata in S all'alidada, e che segue tutti i movimenti della mira M, noterà un punto *a'* il quale sarà la prospettiva di quel punto B. Abbassando la mira sino verso *a*, portandola nella linea visuale O A, tra l'occhio e il punto A, senza per nulla spostare l'alidada, contemporaneamente la matita S scorrerà fino in *b'* e traccerà una *a' b'*, la quale è la prospettiva della verticale A B. Passando ad altri punti a destra o a sinistra da quella verticale, si fa girare l'alidada. Il tutto in breve col provare si apprende, e la distanza del punto O dal *quadro* dee essere in tal quale misura, come la pratica meglio d'altre parole ammaestra.

Art. III. L'ombra.

[1] Cos'è l'ombra?

1884. **Idea dell'ombra.** Colle due proiezioni ortogonali si ha la grafica rappresentazione di un corpo. Ma come rappresentare a mo' d'esempio un corpo sferico? non potremo averne che una sola proiezione, cioè un circolo. Perciò, mercè l'ombreggiamento determinato dai principii di GEOMETRIA DESCRITTIVA, con una sola proiezione potremo avere la figurazione di qualunque corpo.

1885. Lo studio dell'ombra interessa fino a certo punto l'agronomo, rispetto alla rappresentazione degli oggetti: ma ne troverà in progresso altra applicazione importante nella coltivazione pratica, nella direzione delle piantagioni, e in quella degli stessi fossati o scolini dei campi; ma in ispecie nel gravissimo subbietto, ch'è la *esposizione* dei luoghi. Tra le due parti in cui distinguesi lo studio delle *ombre*, mi limiterò alla prima, ossia descrizione grafica del contorno delle medesime, omettendo l'altra riguardante l'intensità dell'ombra stessa, oggetto più speciale della prospettiva *aerea*, e richiede peculiari nozioni d'ottica, quali appartengono solo al CAPITOLO che

segue, dove lo studio della somma influenza della luce (1) nella coltivazione, farà meglio prezzare le poche linee dell'ARTICOLO presente.

1886. **Principio fondamentale.** *La luce si propaga in linea retta.* Questa verità è come assioma fisico di cui abbiamo prove tutto giorno. E se quando la luce s'incontra in corpi che la *riflettono*, o traversa mezzi di densità differente, cessa di camminare in linea retta, noi vedremo nel seguente Capitolo, FISICA AGRARIA, che questa deviazione dee appunto accadere perchè la luce liberamente non può propagarsi che in retta direzione.

Nelle prime ore del mattino, esaminando l'ombra A L (fig. 488) dell' albero P, troveremo che la sua estremità L è nella retta che congiugne la cima P dell'albero col disco solare: più tardi la punta O dell' ombra A O dello stesso albero P sarà pur nella retta che congiugne la cima P ad M. Ora questa *ombra* non è per noi che la proiezione sul terreno dell' ombra vera che farebbe il corpo P. E qual sarebbe quest'ombra vera?

Fig. 488.

1887. Supponiamo che il Sole sia per noi un punto luminoso S (figura 489); esso manda i suoi raggi in tutte le direzioni a riempiere lo spazio. Se trova un corpo opaco T, il quale intercetti questi raggi, essi saranno arrestati o riflessi: non si estenderanno più in là del corpo il quale avrà così die-

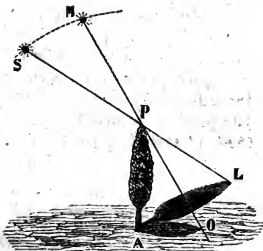
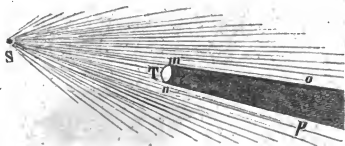



Fig. 489.

tro di sè uno spazio privo di luce. Noi abbiamo in tal modo un cono indefinito che ha il vertice nel punto luminoso S ed avviluppa il corpo opaco T. La parte luminosa di questo cono è $m\,n$ S, il resto del cono, cioè $m\,n\,o\,p$ è lo spazio in cui per l'ostacolo T, i raggi non possono penetrare, ed è l'*ombra* vera del corpo opaco. Nella figura precedente tanto A O, che A L non sono che le sezioni fatte dal piano, in quello spazio privo di luce. Quando perciò nelle ore più avanzate verso il meriggio, diciamo che l'ombra A O dell'al-

(1) Non so come in un catechismo agrario stampato dello scorso anno in Vigevano siasi potuto affermare (pag. 51) avere i moderni riconosciuta nulla l'influenza della luce nella vegetazione.

bero P è più *corta* dell'ombra A L riscontrata nelle ore più mattinali, o pomeridiane, ci riferiamo soltanto a quella proiezione; ed appunto in questo senso si considera l'ombra nelle applicazioni della geometria descrittiva alla rappresentazione figurata dei corpi.

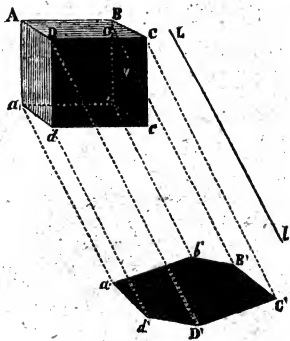
[2] Corpi rettilinei e curvilinei.

1888. Consideriamo quel punto luminoso S (fig. 489) posto a distanza immensa com'è il Sole, allora le rette *m* S ed *n* S, o meglio i di lui raggi, evidentemente ponno tenersi per paralleli: come riuscirà l'ombra del corpo opaco?

Sia il medesimo un corpo terminato da superficie piane; allora alcune delle sue facce saranno illuminate altre oscure. La linea di separazione tra le due parti sarà formata dal complesso degli spigoli rettilinei risultanti dalla intersezione delle facce oscure colle illuminate. Ora l'ombra, per così dire di questa linea sarà il contorno dell'ombra di quel corpo opaco.

1889. Dunque il problema è trovar l'ombra di linee, note di posizione e date per le loro proiezioni sui due piani coordinati.

1890. 1° **Corpi a superficie piane.** Un parallelepipedo A B C D

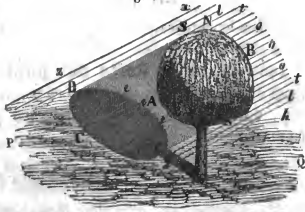
Fig. 490.

a b c d (fig. 490) sia illuminato da raggi paralleli tra loro con direzione secondo la retta **L l**. Le sue facce illuminate saranno A B C D, A B **a b** ed A D **a d**; le tre altre D C **d c**, B C **b c** ed **a b c d** nol saranno. Gli spigoli A B, A D ed A **a** sono appieno illuminati; affatto oscuri risultano gli altri tre C **c**, **c b** e **d c**; quelli che separano le facce oscure dalle illuminate sono i sei B C, D C, D **bd**, B, **b a** ed **a d**. L'ombra perciò di questi sei spigoli, cioè le linee D' C', C' B', B' *b'*, *b' a'*, *a' d'*, D' *d'* sul piano proiettate, formeranno i contorni o limiti dell' ombra *a' b'* B' C' D' *d'* del parallelepipedo. Gli altri sei proietterebbero l'ombra loro nell'interno del corpo, ovvero della stessa area *a' b'* B' C' D' *d'*, nè possono perciò rimanere visibili.

1891. Per determinare quali sono le facce oscure e quali le illuminate, si fa passare un raggio di luce per un punto qualunque della intersezione di due facce adiacenti. Se ambedue sono oscure, o amendue illuminate, il raggio passerà tra le medesime (1); se l'una illuminata e scura l'altra, il raggio le lascierà amendue dalla stessa parte. Così il raggio che passi pel punto *o*, lascia dalla stessa parte la faccia scura D C *do*, e l'illuminata A B C D; per converso il raggio che passi pel punto *x* penetrerebbe tra le due facce illuminate A B C D ed A B **a b**. Ora le due facce piane appartengono a piani, dati di posizione rispetto ai piani coordinati: se ne conoscono le tracce e le proiezioni della loro intersezione. Per questa intersezione conduciamo una linea parallela ai raggi luminosi, e notiamo i di lei punti d'incontro coi piani di proiezione; se questi due punti si troveranno fuori delle tracce dei piani proposti, ciò indicherà che il raggio di luce non passa tra i due piani, onde l'uno sarà illuminato e l'altro oscuro. Se invece uno o tutti e due quei punti si trovino fra quelle tracce, sarà da conchiudere che il raggio luminoso passa tra i due piani, e che questi sono amendue illuminati o amendue oscuri.

La indicata costruzione evidentemente riesce sempre più agevole quando il corpo, come nel caso contemplato, presenta spigoli normali ad uno dei piani di proiezione, in ispecie se all'icnografico.

1892. 2°. **Corpi a superficie curve.** Conserviamo il supposito dell'infinita distanza del raggio luminoso, e la direzione de' suoi raggi indicata colle proiezioni, orizzontale e verticale, di una determinata linea cui sono paralleli. La parte illuminata del corpo che fa ombra, sarà separata dalla parte oscura, mediante una curva, giacchè trattasi di corpo a superficie curve. Immaginiamo un piano parallelo ai raggi di luce, e perpendicolare, per esempio, al piano ortografico: la proiezione di quello su questo si confonde colla sua traccia, sulla quale si proiettano pure tutte le linee che sono in quel piano, linee tutte parallele ai raggi luminosi, onde possiamo concepirlo composto come di tanti raggi di luce. Ora questo piano taglierà il corpo o la sua superficie secondo una certa curva: ed alcuni dei raggi giacenti in esso piano incontreranno e si arresteranno in questa curva, altri non la incontreranno, altri infine la toccheranno solamente. I primi nella loro interruzione producono l'ombra; i secondi non trovando ostacolo si prolungano nello spazio: gli ultimi saranno tangenti alla superficie del corpo, e se questo ha dimensioni finite, saranno solo due. Il loro punto di contatto appartiene alla curva, ed i loro punti d'incontro colla superficie destinata a ricevere l'ombra, apparterranno al contorno di questa.

Fig. 491.

Egli è come se supponiamo un velo di raggi *ll* D C il quale s'incontri nella fronda A B (fig. 491) dell'albero S S. Que' raggi *ooo* s'ar-

(1) Naturalmente s'immagina *protratto* quando colpiste lo spigolo o le facce di corpi non trasparenti.

restano alla sua superficie secondo una curva SNBS; altri come *l* D*l*C, proseguono la propria direzione. Infine i due raggi *t t* lambiscono la superficie del corpo opaco, toccandolo in due punti S S, ove saranno due foglie di contorno. Immaginate quanti volete di cotali piani, o supponete che il corpo giri attorno ad un asse in direzione B A, incontrerete tutte le foglie di contorno, ossia avrete quante rette *t t* vi piaccia, per disegnare tutti i punti, onde trovare le proiezioni *e e e* ..., cioè il contorno dell'ombra A D C C.

1893. Questi raggi tangenti alla curva d'intersezione della superficie ombreggiante hanno le loro proiezioni *icnografiche* tangenti alla proiezione della stessa curva. Supposta delineata questa proiezione, le rette a lei tangenti parallelamente ai raggi luminosi, saranno proiezioni de' raggi medesimi, e i loro punti di contatto col piano *icnografico,* saranno le proiezioni de' punti in cui i raggi toccano la superficie opaca in questione. Sul piano *ortografico* la traccia del piano *secante* conterrà la proiezione verticale de' raggi luminosi: e per determinare su questo le proiezioni de' punti di contatto, si ha solo da elevare dalle loro proiezioni orizzontali una perpendicolare alla linea di terra, prolungandola sin dove incontra la traccia del piano *secante.*

1894. Ottenute di tal guisa le proiezioni ortografiche ed icnografiche di due punti della curva di confine tra la parte illuminata e la oscura del corpo opaco, questo replicando per molti di tali piani, si avrà la proiezione orizzontale di tante coppie di punti, pe' quali passerà la curva esprimente la proiezione della curva che limita la parte illuminata del corpo opaco, e similmente la serie di punti corrispondenti sul piano ortografico; e la linea che li unirà sarà la proiezione verticale della stessa curva.

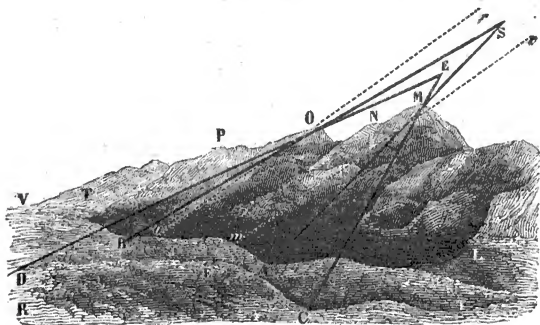
1895. Contorno dell'ombra. Quel piano *xy* (fig. 491) di raggi di luce sovra immaginato, in generale ne determina due *tC*, *tD* tangenti alla superficie del corpo ombreggiante, i cui punti C e D d'incontro col piano *icnografico* appartengono all'indagato contorno, e si trovano evidentemente nella intersezione di quel piano con quest'ultimo. Dati di posizione amendue questi piani, è pur nota la proiezione orizzontale *y* Z della loro intersezione, dove i punti C e D saranno le proiezioni orizzontali dei punti S, ed S. Da queste conducendo le perpendicolari alla linea di terra sino all'incontro della traccia verticale del piano *secante*, si otterranno le loro proiezioni ortogonali. Replicando l'operazione per quanti piani *secanti* si vogliano, s'avranno tanti punti del contorno ricercato. E quando parte di essi piani *secanti* non incontra la superficie icnografica, sarà segno che l'ombra non può contenervisi intera, e parte si proietta altrove.

1896. Distanza finita dal punto luminoso. I supposti piani di raggi di luce, in questo caso continuando ad essere normali al piano ortografico, dovrebbero invece di considerarsi paralleli, passare tutti pel punto luminoso.

[3] Cosmologica provvidenza.

1897. Provvidenza meravigliosa. Gli effetti caloriferi dell' Astro maggiore potrebbero essere egualmente intensi, se fosse meno calorosa e luci-

fera la sorgente, ma meno discosta dalla terra. Accostando, o rimuovendo un oggetto dall'accesa lucerna, esso n'è più o meno, e proporzionalmente alla distanza, illuminato e riscaldato. Adunque poco importerebbe che il Sole fosse immensamente meno splendente e calorifero, quando fosse immensamente a noi più vicino. Ma che n'avverrebbe egli allora? Ponendo mente alla fig. 492

Fig. 492.

se il punto luminoso S posto dietro alla catena M O P di colli, si trasporti solo in E, l'ombra AB da MNO proiettata, essendo il punto luminoso in S, grandeggia a segno di pervenire a CED. Dall'infinitesimo esempio recato dalla figura (ove pur tanto maggior porzione del piano TVR copresi dall'ombra dipendente dalla posizione E, che non quella da S) è facile vedere quanto poco del Sole godrebbero tutte le campagne cui ameni colli faccian corona, e quanto meno che dalla parte più al nord. La stessa figura poi, riguardando al caso della distanza indefinita, per la quale i raggi ponno considerarsi come paralleli, dimostra come l'ombra de'punti MO proietterebbe raggi. *r*M ed *r*O in *m* ed *o*, tanto più vicini tra loro che non A e B, ovvero C e D, punti pur rispondenti a quelle vette M ed O. Non so se questo riflesso della provvidenziale distanza del Sole altri abbia mai avvertito: certo non desta lieve impressione il pensare quanti interi Stati colla stessa quantità di luce e di calore difficilmente potrebbero maturar messi e vendemmie, per lo scarso tempo in cui ne godrebbero.

1898. A suo luogo si vedrà come l'ombre valgano a trovar l'altezza del Sole ed il suo *azimut*. Le ombre dierono la prima idea delle tangenti, e queste infatti Abulhassan chiamava ombre, mentre Retico rispondendo alla stessa idea le chiamò basi. Idea riprodotta dipoi da Regiomontano e fondata sul considerare che quando la distanza *zenitale* del punto luminoso è 90 gradi, siccome la tangente di quest'angolo è infinita, così è infinita l'ombra; e difatti quando il Sole è sull'orizzonte, l'ombra è di lunghezza immensurabile. Se poi la distanza *zenitale* è nulla, la tangente è zero, com'è pur zero l'ombra.

1899. Ma di ciò meglio a luoghi opportuni, ove ne risulteranno ben vantaggiosi

gli studi fatti, sia per gli edificii, le stalle rurali in ispecie, e porticali da mandre, sia per la direzione di vigneti, filari d'olmi, d'olivi o altri fruttiferi, sia per quella de'*ripari* di muri, di *cortinaggi*, di *pagliareschi*, di *solecchj* o vuoi *parasoli*, *tendaletti*, *graticci* e simili ingegni valevoli a procacciare l'ombra, la quale è utile o necessaria in parecchi casi, come in tanti altri dannosa. E se vuoi riuscire agronomo daddovero, siffatti ingegni non troverai solo a coltura di fiori, profittevoli, ma volendo allevare belli e buoni gelsi, olivi, e altre piante campestri, proverai quanto giovi saperli far germogliare da seme, e da tenerelli riparandoli crescerli a belli e buoni vegetali.

1900. Con che dò fine a questi studi geometrici, augurandomi che non sieno riusciti in alcune parti noievoli, mentre ove apparissero peccare di superfluità (per tacere d'altre mende a povertà d'ingegno imputabili) quasi ad ogni passo delle teoriche e pratiche agrarie che seguono, quanto fossero indispensevoli, si parrà manifesto.

CAPITOLO VII.

FISICA AGRARIA.

SEZIONE I. *Nozioni generiche preliminari.* — Definizione. — Necessità di questi studi. — Loro comprendimento. — Alcune definizioni. — Il mio concetto. — SEZIONE II. *Sostanza materiale.* — Forze della materia. — Attrazione. — Gravità. — Attrazione molecolare. — Vario stato della materia. — Proprietà. — Solidi. — Liquidi. — Gazosi. — Eterei. Biotici. — SEZIONE III. *Sostanza eterea.* — Luce. — Calorico. — Elettricità. — Magnetismo. — SEZIONE IV. CONCHIUSIONE e cenno sulla *Sostanza organica* o biotica.

1901. Fisica agraria innanzi tratto è da saper cosa sia.

Per verità la FISICA è una sola; come pur una sola è la CHIMICA, avvegnachè si stampino Trattati di *Chimica agraria*, e di *Chimica industriale*. Gli è appunto in senso analogo che FISICA AGRARIA significherebbe la Fisica applicata all'Agricoltura.

Io però in queste Istituzioni, mercè gli studi del presente LIBRO, sotto il titolo di FISICA AGRARIA, CHIMICA AGRARIA ecc. intendo esporre le nozioni di FISICA, di CHIMICA ecc. di cui ha uopo l'agronomo, per conoscere dipoi (LIBRO VII) razionalmente la teorica, ossiano i principii del MECCANISMO DELLA PRODUZIONE sotto il rispetto *agrologico*. Colla sola CHIMICA AGRARIA, comecchè sapienti uomini altro abbian preteso, può soltanto apprendersi un ramo della scienza del coltivare: occorre il sussidio delle nozioni BOTANICHE, delle ZOOLOGICHE, oltre quelle della MECCANICA, della GEOLOGIA ecc., e prima di esse della FISICA, senza della quale l'altre tutte o male o niente s'apprendono.

Ma v'ha egli cui basti la vita per imparar tante scienze?

Nè manco per sogno vi sarà chi sel creda. Quindi necessità di trascegliere quanto unicamente è a sapersi indispensabile, affine di comporne la scienza dell'AGROLOGIA, che è quanto dire la regola o ragione dell'AGRONOMIA.

1902. La Scienza è una sola (1), perciocchè tutte le scienze non sieno che fronde d'una stessa pianta. Tutto, per ridirlo col LIEBIG, a vicenda s'attiene nella Natura. Per questo, le scienze naturali di tal guisa tra loro connesse, che niuna del concorso dell'altre può fare a meno (2). Nello estendersi il campo d'investigazione, giugne il momento in cui i limiti di alcune scienze si toccano, e ne risulta una nuova scienza che riunisce i loro confini, e s'appropria il loro subbietto e il loro metodo. Ma, comunque indipendente, senza il soccorso di quelle regger non potrebbe da sola. Oggi la FISIOLOGIA non saprebbe senza la CHIMICA, l'ANATOMIA e le indagini MICROSCOPICHE far ciò che intanto la CHIMICA non può senza la FISIOLOGIA; onde quella che chiamano CHIMICA ORGANICA, allora potrà essere tale quando de' fisiologici ossia vitali fenomeni terrà finita ragione.

L'**Agrologia** è pertanto oggigiorno pervenuta al segno di costituire una vera scienza, che del complesso di più altre scienze s'informa, e non è nè una CHIMICA AGRARIA, nè una BOTANICA applicata ecc. (3), sì bene l'unione di molte nozioni di assai altre scienze, coordinate e costituenti un insieme ch'è *la cognizione de' principii razionali dell'Agricoltura* (Vol. I°, pag. 1). Alla quale vera dottrina del coltivare, o vuoi del produrre (perciocchè tutte l'arti modifichino, quella sola del coltivare produca (4)) darò dunque nome di scienza come all'altre, secondo la comune consuetudine, benchè d'una sola scienza branche o rami che dir si vogliano, e dalle quali l'AGROLOGIA trae filosofici lumi ed aiuti, e fra cui, dopo le nozioni di quantità e grandezza (CAP. IV, V e VI), è da studiare in primo luogo la FISICA.

1903. L'importanza delle nozioni di FISICA l'ebbi sempre per sì evidente (5) da tenere per disutile l'insegnamento della CHIMICA AGRARIA e INDUSTRIALE, quando in questi Trattati speciali non si faccia precedere a modo d'introduzione l'epilogo di quelle. Senza che, tornerà sempre incomprensibile nelle scuole agricole o tecniche, e certo poi infruttuoso, ogni studio di CHIMICA, la quale in sostanza è quasi special ramo della FISICA. E lo fu invero sino al presente. La CHIMICA ha fatto come que' rami rigogliosissimi con tale crescimento da discendere sino a terra, impiantarvisi con proprie radici, e vivervi albero novello e indipendente. La CHIMICA ha sì grandeggiato da ingigantire e formar scienza da sè, come l'ASTRONOMIA, come la METEOROLOGIA, come faranno l'OTTICA ed altrettali rami di FISICA. I quali per l'aumen-

---

(1) RASPAIL, *la* SCIENCE *est unique comme la* NATURE.... *les sciences sont tout autant de moyens d'investigation: la* SCIENCE *en est le problème.* Nouv. syst. de Chimie organ. Par. I, pag. 35. BRUXELLES 1839.

(2) LIEBIG, Nouv. Lettres sur la Chimie. XXIX Lettre. PARIS 1852, pag. 41.

(3) V. PRODROMO, pag. XV.

(4) L'arte delle miniere per es. rintraccia e rinviene, ma non produce. Il vero agronomo che sa pervenire a raccogliere frumento, riso ecc. da un ghiareto, da un padule, che giugne colla colmata a costruire il terreno da cui ricavare i vegetabili all'umana famiglia vantaggiosi, è l'unico emulo della Natura.

(5) N. Ann, delle Scienze Naturali, 1842. *Appendice.*

tato campo delle investigazioni loro speciali (§ 1902) compongono speciali scienze, non si appartate però, che tutte non traggano della FISICA.

1904. La Fisica adunque come si definisce?

È la scienza della *Natura inorganica* (§ 25), o vuoi altramente, la cognizione della *materia* o *sostanza inanimata* (§ 30).

Nè vo' certo allenare per definire a capello ciò cui molti (1) non s'accinsero, e non pochi incorrettamente determinarono. E mi valga la sentenza del POUILLET (2), che il tentare di definire una scienza vale lo stesso che non voler essere inteso (3). Nulla infatti, afferma anche il MATTEUCCI, nulla più difficile del definire una scienza, e specialmente dinanzi a chi sente parlarne per la prima volta (4).

1905. L'Universo sensibile, o meglio lo studio generale della Natura ha indotto i naturalisti a distinguerlo in tre regni, di *minerali*, *vegetali* ed *animali*. Si ponno eglino riporre tra i minerali il calorico, la luce, l'elettrico, senza dire dell'aria e dell'acqua? (§ 83). La distinzione più razionale, a mio avviso, è questa:

Sostanza materiale;
Sostanza eterea;
Sostanza organica.

Dirò più sotto come io distingua MATERIA e SOSTANZA (§ 1911). Ora de' limiti cui si circoscrive la FISICA nello studio della Natura riferito ai tre aspetti additati.

1906. Limiti. La FISICA considera la natura, le proprietà e i fenomeni della materia: riguarda perciò il fatto, ossia gli effetti di cause quali ravvisa in altri fatti, ma dipendenti essi pure da altre cause, che la FISICA riconosce ed ammette senza occuparsi della essenza o natura loro. Spieghiamoci con qualche esempio.

L'aratro è mosso dagli animali: l'azione del bifolco lo dirige onde regolarmente proceda. Questi animali e questo bifolco, per produrre quegli effetti, eser-

---

(1) Il LAMÉ (Cours de Physique. BRUXELLES 1838). Il BIOT (Précis élém. de Physique. PARIS 1824).

(2) POUILLET. Elem. di Fisica ecc. voltata in italiano dal PALMIERI. NAPOLI 1844, pag. 6.

(3) Tuttavia noterò alcune definizioni date dai fisici, senza farne commenti.

La Fisica è quella scienza che studiando le proprietà generali dei corpi ed i fenomeni ch'essi presentano nelle loro azioni reciproche, determina le leggi di queste azioni, e deduce così la natura delle forze cui sono soggetti. MATTEUCCI. Lezioni di Fisica, IV Ediz. PISA 1850, pag. 5.

La Fisica è la scienza o la filosofia dei corpi e della materia: ossia *la cognizione sistematica dell'universo materiale nel suo più ampio significato*. MAJOCCHI. Fisica popolare. MILANO 1845. Tom. I, pag. 1. La prima definizione è quella pure data ne' suoi ELEM. di FISICA ad uso de' collegi ecc. TORINO pe' CUG. POMBA e C. 1850, pag. 1.

La Physique a pour objet la connaissance des phénomènes de la nature. HAUY, Traité élém. de Phys. PARIS 1821. Tom. I, pag. 1.

La Fisica ha per iscopo lo studio de' fenomeni naturali e delle cause che li producono. POUILLET. Fisica popolare: versione del ROBIATI. MILANO 1851, pag. 1.

La Physique a pour objet l'étude des propriétés générales des corps inorganiques que nous pouvons voir, toucher, peser, et celle de plusieurs fluides qui paraissent dénués de pésanteur ecc. PÉCLET. Traité élém. de Physique. PARIS 1847, pag. 1.

(4) LEZ. di FISICA. Loc. cit., pag. 2.

citano ne' loro organi un atto, il cui effetto è la produzione di un *che*, cui diciamo *forza*. Nel premere o sollevare quello strumento, l'uomo ha la coscienza di possedere esso la cagione diretta di un tale atto: d'altronde l'esperienza insegna che senza l'integrità de' suoi organi, del cervello, della midolla spinale, de' nervi, quell'atto non si genera: atto fisico che però ad onta di quella integrità, non si produce se non lo impone un atto dello spirito o della volontà.

Perchè quell'effetto si compia, è necessaria la contrazione della fibra muscolare, onde il corpo dell'uomo si pone in movimento. Tagliando o legando i nervi del muscolo, alterando o distruggendo il cervello, quella contrazione non avviene. Ma parimenti essa non ha luogo, se nel cervello e nei nervi non accade quel *che*, il quale la precede e cagiona.

Cercando dunque di penetrare nella cagione di quel movimento dell'aratro, prodotto dall'essere animato, troviamo da prima la contrazione della fibra muscolare, di poi uno stato dei nervi e del cervello, e per ultimo un atto della volontà (1). Fin qui è dato pervenire: ma quivi è il *limite* della scienza fisica: che sia quest'atto della volontà, quale ne sia la cagione, possiamo indurlo dalla esistenza della vita animale, mercè lo studio della FISIOLOGIA: ma questa pure ha il suo limite quando quest'ulterior càusa, la *vita*, dee comprendere o definire.

Nella presente rapida corsa nel dominio della FISICA accennerò appena al così detto *fluido biotico*, perciocchè gli stessi fenomeni puramente materiali hanno troppo diretta relazione coi fenomeni vegetali o animali. Però l'agronomo si riguardi dal credere con alcuni moderni, possibile la spiegazione di questi colle sole forze degli agenti fisici o chimici. Opinione antica (2), da taluni moderni riprodotta come risultato di prossimo avvenire dei progressi scientifici. Ma se lodevoli sono gli sforzi diretti a interpetrare gli atti ad esempio della *respirazione*, della *digestione*, e simili, come prodotti da esclusive combinazioni della materia (e dico lodevoli, poichè tendono ad allontanare ognor più i confini dell'ignoto ed imperscrutabile), tuttavolta l'agronomo nel progressivo studio dei fatti speciali della vita e dell'organizzazione rileverà sempre, che riconosciuta la massima influenza degli agenti fisici, dee ineluttabilmente *ammettersi la realtà d'un principio essenzialmente uno ed identico in tutti gli esseri che vivono* (3).

La FISICA adunque non s'occupa direttamente della *sostanza organica*, il cui carattere essenziale è la *vita*. Ma comprenderà essa quanto concerne l'altre due *sostanze*, la MATERIALE e l'ETEREA?

1907. Limite ne' subbietti inorganici. I pianeti si muovono: ch'essi il facciano percorrendo *curve ellittiche*; che v'impieghino *tempi* proporzionali all'*aree* descritte dai *raggi vettori*; che i quadrati de' tempi periodici de' pianeti stieno tra loro come i cubi de' grandi assi delle lor orbite: ecco le

---

(1) MATTEUCCI, loc. cit., pag. 3.

(2) Gl'Indiani, *Indous*, o *Indoustan*, insegnavano ogni corpo dotato di vita risultare dal *pantchatouam* (quinario) composto de' cinque loro elementi, *acqua*, *fuoco*, *etere*, *terra* ed *aria*. *La reconnaissance de* Sacountala, *drame sanscrit, et pracrit de* CALIDASA; *traduit par* A. L. CHÉZY. PARIS 1830.

(3) TOMMASI Salvatore. *Istituzioni di Fisiologia*. Sec. Ediz. TORINO 1852, pag. 76.

leggi trovate, e rigorosamente prefinite dal KEPLER. Ma perchè si muovono, e con quelle leggi? Il NEWTON disvela o risuscita (1) fra tutte le parti della materia una forza ch'egli chiama *attrazione*, proporzionale al loro numero e decrescente in ragione inversa de' quadrati delle distanze, ed ecco dal NEWTON discoperta e dal CAVENDISH dimostrata coll'esperienza, la cagione di que' movimenti. Vogliamo noi sapere che sia essa stessa quest' *attrazione*, ecco il limite cui non è dato trapassare. Dunque anche nel mondo inorganico possiamo conoscere la materia o *sostanza materiale*, e le forze da cui dipendono i fenomeni ch'essa ci presenta; ma la natura, l'essenza e la cagione di queste forze non è subbietto della FISICA, perciocchè desse possono alla materia appartenere, ma materia non sono.

Dirò più ancora. Quell'*attrazione* non basta a spiegare que' movimenti, vi manca la scoperta d'un'altra causa onde il moto impresso in que' corpi; imperciocchè l'*attrazione* non li fa muovere, ma solo dirige quel moto per quelle vie ellittiche, con quelle leggi di velocità e di tempo il governa.

Splego quest'altra forza: non però la sua intrinseca essenza, perciocchè, come per l'*attrazione*, solo da' suoi effetti l'esistenza ne sia dato comprendere, l'intensione misurare, i fenomeni o vicende de' suoi modi d'azione concepire.

Ora cotal forza è principal carattere della *sostanza eterea*: quindi anco dallo studio di questa concepisco il calorico, la luce, l'elettrico, il magnetismo, ne fo discendere i più maravigliosi fenomeni da quella forza che ho riconosciuta e chiamo *impulsione*, ma giunto ad essa, ristò.

1908. **L'oggetto della Fisica** adunque strignesi alla cognizione delle proprietà generali della *Natura inorganica*. Nè trae solo subbietto da tutti i naturali fenomeni delle due *sostanze*, *materiale* ed *eterea*; ma dalle loro leggi, e relazioni, ed azioni: pervenendo sino alla scoperta delle forze e cause onde si generano, senza potere spiegare la natura e la cagione delle forze o cause medesime (§ 1907).

Il vero campo della Fisica, come dissi, si estenderebbe a tutte le cognizioni naturali, nè vi sarebbe intelligenza capace perchè un uomo solo sapesse oggigiorno una Fisica così universale. Quindi la divisione preaccennata in tanti altri rami, che poi diconsi scienze, e della quale niuno ancora ha prefinito i termini acconciamente, ma che per l'agronomo ponno limitarsi di questo modo, giacchè per gli studi agrologici, alcune parti della FISICA sono essenzialissime, altre soddisfano con alquante primordiali nozioni.

1909. Nella **Fisica generale**, lo studio de' *corpi* in massa, fatta astrazione dalle molecole insensibili di cui constano, se li considera perfettamente *solidi* ne' loro stati d'equilibrio e di moto, studio costituente la *Fisica meccanica*, sarà nella MECCANICA AGRARIA partitamente discusso: e quando nello stesso rispetto contempla corpi perfettamente *liquidi*, sarà nel LIBRO III cioè

---

(1) Gli antichi infatti ammetteano due leggi generali dell'universo, ch'ERACLITO chiamava *amore* ed *odio*, cioè *attrazione* e *ripulsione*. DIOGEN. LAERT. IX, § 8. PLATO Symph. C. 12. ARISTOT. De Mundo, C. 5 ecc. Oltre l'HOOKE. Anche il MERSENNE fino dal 1631 scrivea a Giovanni REY idee molto sagaci riferibili all'attrazione universale. V. HOEFER, *Hist. de la Chim.* PARIS 1843. T. II, pag. 256. Veggasi pure il § 6 di questo LIBRO.

nell'IDROLOGIA AGRARIA, investigato. Quanto distingue le diverse specie di molecole, le loro intime composizioni, le leggi delle azioni e reazioni onde unisconsi o separansi producendo o tramutando i diversi aggregati, è alla CHIMICA AGRARIA riservato. L'agronomo ha mestieri d'apprendere dalla FISICA generale tutte l'altre proprietà o fenomeni, tanto della *sostanza materiale* che della *sostanza eterea* (§ 1905), cioè della LUCE, CALORICO, ELETTRICITA', MAGNETISMO.

1910. La **Fisica speciale** dividesi in *celeste* e *terrestre* (1). Alla prima, cui spetta lo studio de' grandi corpi contemplati nel sistema dell'Universo, supplirà essenzialmente l'ASTRONOMIA AGRARIA. L'altra suddividesi in *Fisica terrestre organica*, ed in *Fisica terrestre inorganica*. Quella riassumesi, come dissi, nella BOTANICA AGRARIA (LIBRO V) e ZOOLOGIA AGRARIA (LIBRO VI). La *inorganica* cede al Capitolo della GEOLOGIA AGRARIA (CAP. XI) e della MINERALOGIA AGRARIA (CAP. XII), le nozioni relative al terrestre globo, ed alle sue parti solide, chiamate *minerali*.

Da ciò comprendesi che l'oggetto della FISICA AGRARIA consta di subbietti trattati dalla *Fisica generale*, parte de' quali è a speciali CAPITOLI O LIBRI rimandata, come lo sono i diversi rami della *Fisica speciale*. Ora per dichiarare come io intenda distinguerne in tre parti la trattazione, dirò come io ravvisi di certa guisa due forme di essere di ciò che fisicamente è, cioè di quanto esiste al di fuori d'una esistenza immateriale o metafisica.

1911. Materia e sostanza. Dissi della *materia* al § 50; dell'*attrazione* al § 53; del *movimento* al § 56, richiedendo nel § 59 in via di dubitazione se la luce, il calore, l'elettricità, il magnetismo sieno veramente *materia*, o se subiscano le leggi dell'*attrazione* (2). Ora mi preme obbligo della promessa soddisfacente risposta. E sarò io da tanto da sopperirvi? Nè l'imponenza del subbietto, nè l'insufficienza di che son convinto, mi faranno indietrare, perciocchè infine la mia risposta sol d'uopo è che basti a questi studi agrologici.

La mente nostra, sottilmente contemplando il generico aspetto della Natura, prontamente afferra l'idea che separa l'applicazioni di *materia* e di *spirito*, che guida alla distinzione delle nozioni *cosmologiche* dalle *noologiche* (§ 8). Ma oltre que' due vocaboli, havvene un terzo che quasi d'amendue partecipa, e d'amendue si distingue. Per vero dire, la consuetudine scambia di spesso *materia* in *sostanza* o viceversa, ed i chimici in ispecie chiamano sostanze le materie di cui analizzano i componenti. Io però volendo distinguere ciò che rigorosamente *materia* non può appellarsi, e *fallantemente* direbbesi *spirito*, preferisco di chiamarlo *sostanza* (3) coll'aggiunto di *eterea*. Aggiunto opportuno perchè la teorica antica dell'*Etere* universale vi si può raccordare, e perchè non s'abbia colla sostanza appieno immateriale a confondere.

---

(1) AVOGADRO. Fisica de' Corpi ponderabili. INTRODUZIONE XII. TORINO 1837.

(2) Alcuni chiamanle *materie imponderabili* ed anche *potenze*. LIEBIG. *Int. à l'Ét. de la Chimie*, pag. 4.

(3) Il BOYLE, celebre chimico Irlandese del XVII secolo, riconosceva nell'aria una *sostanza (some vital substance)*, agente principale ne' fenomeni della combustione, fermentazione, respirazione ecc. *The philosophical works of the hon.* BOYLE. LOND. 1738, V. III, pag. 82.

1912. Ordinamento del Capitolo. L'AVOGADRO nel suo sublime Trattato (1), riguardando a due stati diversi delle molecole corporee, suddivise la FISICA *propriamente detta*, in Fisica de' corpi *ponderabili*, e de' corpi *imponderabili*; distinzione la quale precipuamente accenna la manifestazione in quelli di *peso* sensibile, di cui mancano gl'imponderabili. A me pare preferibile la divisione medesima con appellazione, non circoscritta dall'idea unica del peso, o a dir meglio dalla nostra facoltà di rendercelo sensibile, ma dall'essenziale diversità di natura della materia, che per le ragioni addotte al § 1911, mi fa prescegliere la seguente divisione, cui precede la sposizione inevitabile d'alcuni principii generali.

SEZIONE I. **Nozioni generiche preliminari;**
SEZIONE II. **Sostanza materiale;**
SEZIONE III. **Sostanza eterea;**
SEZIONE IV. **Sostanza organica.**

Per la SEZIONE I si comprende la diversa natura del subbietto delle due SEZIONI seguenti. La FISICA nel suo più ampio significato, ossia la vera SCIENZA COSMICA richiama quella IV SEZIONE che riguarderebbe la natura organica, di cui la FISICA pura (§ 1908) lascia l'investigazione ad altre scienze, ma che forse, astrazion fatta dal principio di assoluta *spiritualità*, non tarderanno, io credo, lunga stagione le scoperte degli odierni e futuri filosofi a riconoscere dalla *Sostanza eterea* dipendere integralmente, perciocchè la Chimica ogni giorno maggiormente disveli, come la sostanza che informa i tessuti ed organi delle piante e degli animali, si risolva negli stessi elementi della materia, o com'io la chiamo, sostanza materiale.

Ma dopo la limitazione esternata al § 1906, non si par egli contradditorio il formare quella IV SEZIONE sulla *Sostanza organica*?

L'agronomo dee conoscere le seguenti preliminari o generiche nozioni di Fisica, se voglia rilevare a dovere le qualità del terreno, apprezzare i fenomeni meteorici, le varie qualità dell'acque, e cento altri subbietti quali versano sulla *Sostanza materiale* o sull'*eterea*. Ma gli cale precipuamente l'investigazione dell'influenza loro sugli esseri organici, la cui produzione o sviluppo è il di lui fine precipuo. Quindi quella IV SEZIONE riguardando a mo' di dire alla materialità della sostanza organica, è destinata a notare di volo l'attenenze, dipendenze, e scambievoli azioni, reazioni, e correlazioni delle tre diverse foggie di *Sostanza*, di cui tengo di certa guisa il mondo fisico edificato.

SEZIONE I.

Nozioni generiche preliminari.

ARTICOLO I° Necessità e comprendimento di questi studi, e Definizioni generali.
ART. II° Il mio concetto *generico* e *concreto*.

1913. Ragguaglio storico delle italiane scoperte nella FISICA, non potrei fare senza comporre un volume. Per debito di brevità mi rassegnerò a citare

(1) AVOGADRO Amedeo. Fisica de' Corpi ponderabili, ossia Trattato della costituzione generale de' corpi. Torino 1837 a 1841. Tomi IV.

quando a quando per annotazione qualche cenno che rivendichi alla patria gloria quelle scoperte fisiche che le perpetuano il primato dell'antica e moderna sapienza, nella quale pochi o niuni pareggiarono ARCHIMEDE e colui che tanta filosofia ebbe nel volto,

Quel divin GALILEO *che primo infranse*
L'idolo antico (1) *e con periglio trasse*
Alla nativa libertà le menti.
Novi occhi (2) *pose in fronte all' uomo*: *Giove*
Cinse di stelle (3) *e fatta accusa al Sole*
Di corruttibil tempra (4) *il locò poi*
Alto compenso (5) *sopra immobil trono* (6).

Seguitando a dir corto, in due parti epilogherò questa SEZIONE.

ART.° I. **Necessità e comprendimento di questi studi;**
» II. **Il mio concetto.**

Dalla seconda è da comprendere la distinzione de' *ponderabili* così detti, dagli *imponderabili*, subbietti distinti della II e III SEZIONE; e qui fo ben chiaro, che sul comprendimento di esso II° ARTICOLO tutto impernasi il presente complesso d' ISTITUZIONI SCIENTIFICHE, o parte fisica dell' AGROLOGIA.

Art. I. Necessità e comprendimento di questi studi.

1914. I benevòli che vogliono approfittare di questo mio qualunque lavoro, *prima* deono convincersi dell'importanza dei proferti studi. Perciocchè *poi* brevità non consenta di offerire sviluppi per minuto, e solo di delibare nell'immensa suppellettile delle nozioni scientifiche, convien quindi accennare per quali modi possa da sè ciascuno oltrar nella scienza e vantaggiarne. *Infine*, la significazione di alcuni termini generali, è del pari opportuna. Dico adunque di breve

[1] Della necessità di questi studi;
[2] Del comprendimento di questi studi;
[3] Alcune definizioni generiche.

La trattazione è sempre, nella sfera dell'attenenza colle investigazioni AGROLOGICHE, conterminata.

(1) La soverchia autorità di Aristotele.
(2) I cannocchiali. V. § 15 in nota.
(3) Satelliti di Giove.
(4) Macchie del Sole.
(5) Sistema Copernicano assicurato dalle scoperte di GALILEO.
(6) MASCHERONI. Invito a *Lesbia*.

[1] Necessità di questi studi.

1915. Errori popolari. « Il mondo è pieno di errori; e prima cura dell'uomo dev' essere quella di conoscere il vero ». Sentenza di Giacomo LEOPARDI (1) degna di quel sapere che niuno d'Italia nato gli dinega. La massima parte del genere umano, facile agli errori; tenace a non ripudiarli; e questa massima parte si compone di agricoltori. Scrisse il LEOPARDI gli errori popolari degli antichi; a chi la lena di scrivere quelli de' moderni? La luce odierna svela le manchezze de' passati: quante de' presenti ne rivelerà la luce de' futuri? Come abantico, e così sempre, gli uomini soggiaceranno ad errori quali di certa guisa indifferenti al suo ben essere, e quali ad esso ed alla scienza fatali. Ma il mondo ha l'andare e procede; l'intelligenza ogni giorno conquista, e scema terreno all'errore.

1916. Errori innocui. Tremava una volta l'agricoltore allo apparire d'una cometa, allo eclissare del Sole, all'oscurarsi dell'argentea face notturna. Trema egli l'agricoltore d'oggigiorno? E chi maraviglierà s'anco ne impaura, quando nel secolo illuminato, se per avventura sa compitar quattro sillabe, il suo codice è un *Casamia* o un *Barbanera*, perpetuo alimento di favole, predizioni, e pregiudizi; d'altronde l'agricoltore conserva il più degli errori, perchè unica istruzione ereditata. Ei non può credere che il suo campo si muova tutto giorno più veloce d'una palla scagliata dal cannone: che le stelle, per lui splendenti punti del cielo, sieno milioni di volte del suo villaggio maggiori. Egli accorda al Sole con ERACLITO un piede di diametro; che al suo tramonto si tuffi nel mare o entro terra; e realmente rinasca un'altra volta il giorno appresso, come LUCREZIO dubbiava (2). Quanto a' tempi di VIRGILIO (3) e di PLINIO (4) crede che vere stelle cadano dal Cielo, e questo Cielo un emisfero, una vôlta sulla Terra, e questa Terra un circolo piano, la cui periferia si confonde col contorno dell'emisfero. Chi può credere agli antipodi? gli uomini dovrebbero camminare col capo e non co' piedi, le piante v'avrebbono entro terra le frondi e penzoloni le radici! Dobbiamo noi meravigliare, esclama LATTANZIO, se pongonsi

---

(1) D. Giacomo LEOPARDI. Vol. quarto = Saggio sopra gli errori popolari degli antichi. Firenze 1846, pag. 7.

(2) LUCREZIO sponea le due opinioni, che lo stesso Sole si levasse ritornando, o che ignei semi ne riproducessero ogni giorno la luce.

Aut quia sol idem sub terras ille revertens
Anticipat cœlum radiis accendere tentans;
Aut quia conveniunt ignes, et semina multa
Confluere ardoris consuerunt tempore certo,
Quæ faciunt solis nova semper lumina gigni.

De rerum Natura, Lib. V.

(3) Sæpe etiam stellas, vento impendente, videbis
Præcipites cœlo labi . . . .

VIRGILIO. Georgic. Lib. I, 365.

(4) PLINIO nega la dipendenza del destino dell'uomo dalla sua stella speciale, che si credeva morisse un uomo quando cadeva dal cielo una stella; *nec aliquem extingui decidua significant.* PLINII Sec. Hist. Nat. Lib. II. Cap. 8.

gli orti pensili tra le sette meraviglie del mondo quando i filosofi immaginano campi, mari, città e monti pensili? (1)

1917. Non poteva ORAZIO comporre più sublimi parole di quelle

Coelo tonantem credidimus Jovem
Regnare;

e il villico non è da colpare se vede nel fulmine e nel tempestare l'onnipossente braccio di DIO. Ma dee pur egli comprendere non esser delitto, ed anzi dovere, com' uom possa scongiurare la procella e trar la folgore al laccio coi mezzi che la scienza disvela. Invece che avvien egli più spesso? Lo straripar de' torrenti, il divampar degl'incendi, il flagello delle locuste, la moria degli armenti, la infezione degli oidii e tante malattie delle piante, sino l'ingramignar delle zizzanie, tutte insomma le vicende che il fanno tremare, o l'avversano, il caparbio villanzone sostiene inevitabili, inattutibili; e perchè da fatalità procedenti, quanto valga a prevenirle, o scemarne i danni, e ripulsa ed osteggia. Ma se il massaio, o l'agente, o il proprietario sapessero eglino, e amorevolmente le alcune ragioni fisiche più apprendevoli gli disvelassero, pel suo interesse medesimo le dannevoli stemperanze della natura, di lieto animo concorrerebbe a combattere.

1918. Errori gravi e funesti produce adunque nelle genti campestri l'ignoranza di quelle cause fisiche che si potrebbero in molti casi rendere intendevoli al villico, tantochè cotali errori men fatali gli fossero. L'uragano slancia il cupo nembo, la dirotta scroscia, il tuono mugge, balenano i lampi, e l'agricoltore fugge pel campo, e corre a ricovero sotto la pianta che gli attira addosso la folgore!

1919. Gli è poi altra grave iattura, che quanti non sanno, pronunciano.

Affermava CRISIPPO lo storico, nutrirsi la Luna de' vapori emanati dall'acque potabili, PORFIRIO aggiugne di quelle de' fonti e de' fiumi, perciocchè la Luna fosse ammasso di materia da queste acque formato. PLINIO poi ritenea null'altro essere le sue macchie che terree sozzure rapite col liquido (2). Del che ridea LUCIANO e rideremo noi pure. Ma gli effetti che i nostri contadini attribuiscono alla Luna sono forse della sua antica fame o sete, meno ridevoli?

CATONE parlando del letame, dice, trasportalo a luna scema (3), COLUMELLA a luna crescente (4); e senz'oltre citare infiniti passi di scrittori georgici, nulla è più certo de' prodigiosi effetti accordati alla Luna, e che ancora più meravigliosi che mai, dai rustici lavoratori si tengono incontrovertibili.

Ma se voi seccamente dichiarate al Colono= le vostre lunatiche influenze sono prette chimere=voi da un lato negate, egli da un altro asserisce; se ancora

---

(1) *Et miratur aliquis, hortos pensiles inter septem mira narrari, cum philosophi et agros, et maria, et urbes, et montes pensiles faciant?* LACTANTIUS. Divin. institut. Lib. III, Cap. 24.

(2) *Maculas enim non aliud esse quam raptas terrae cum humore sordes.* PLINIO. Hist. Nat. Libro II, Cap. 9.

(3) Così traduce il COMPAGNONI l'*evehito luna silenti* di CATONE, De re rustica, Cap. 28, Ma Plinio nell' Hist. Nat. Lib. XVII, Cap. 9, dice, *Fimum miscere terrae plurimum refert Favonio flante ac luna sitiente.*

(4) *Idque mense Februario luna crescente fieri oportere.* COLUMELLA II, 15, § 9.

però disconoscete che sia attrazione universale, sapete voi chi abbia ragione tra i due?

1920. Ancora, il creder cieco all'onnipotenza lunare, o negarne affatto l'influenza non è sì grave, quanto misconoscere o ignorare l'influenza della luce, del calorico e dirò pur dell'elettrico, quanto il mancare d'idee chiare ed esatte sulle proprietà della materia, sulle forze della natura, su tutti i fenomeni fisici tanto inerenti alle funzioni organiche degli esseri vegetali e animali la cui esistenza è alla fin fine l'ingegno del coltivare. Quest'uno dirò: tutti concordano nell'invocare dalla Chimica agraria filosofici aiuti onde perfezionare l'agricoltura. Non havvi agronomo, od agrofilo, nè scrittore odierno georgico che ad alcuno de' tanti libri di Chimica agraria non abbia ricorso. Or bene questa scienza, senza che precedano cognizioni di FISICA, non può condurre i pratici che a commettere errori.

[2] Comprendimento di questi studi.

1921. Allo studioso dell'AGROLOGIA importa comprendere gli effetti delle forze naturali: acquistare quelle cognizioni delle leggi della *materiale sostanza* e dell'*eterea* onde non rimanere sorpreso dai prodigiosi fenomeni in ispecie della vegetazione: infine apprezzare l'azione degli agenti esterni che osteggiano o favoriscono l'arte del coltivare.

Non potrei dire in vero qual ramo della Fisica sia il più essenziale a sapersi dall'agronomo. Ho dichiarato (§ 1909) quali meritino maggiore sviluppo, ma non ne consegue ch'altri argomenti più succintamente discorsi, vogliansi tenere di minor importanza. Le *proprietà* quali appaiono più ovvie ne' corpi, non sono le meno essenziali da conoscere, e a mo' d'esempio la *porosità* del suolo vegetale, la sua *permeabilità* sono elementi da cui può dipendere il successo d'una intrapresa agronomica. Gli è bensì vero che nel IV LIBRO sarà detto de' modi onde quelle *proprietà* vengano recate al suolo che ne difetti. Ma se dalla FISICA, cioè dal presente CAPITOLO, non siasi adequatamente compreso che intendasi per le medesime, male comprenderannosi, e peggio verranno applicati, i principii *geonomici* in quel LIBRO discussi. E quest'esempio valga per tanti assai più gravi, e disputabili.

La FISICA ha cambiato la clessidra nell'orologio, la servile manovra nel meccanismo a vapore, il remo nel piroscafo, il travaglio animale nella locomotrice, la posta nel telegrafo elettrico. Per noverare, dice il TERRIEU, tutti i beneficii della Chimica, converrebbe descrivere tutte le fabbriche ove si lavorano metalli, cuoi, gaz illuminanti, zuccheri, saponi, farmachi, vetri, colori, e tanti acidi ed alcali, lo stesso inchiostro e la carta di cui mi valgo nello scrivere. E tuttavia per l'Agricoltura, ha dessa ancora la Fisica insegnato a risparmiare una goccia di sudore all'uomo della vanga o del vomere?

Oh non si borbogli, l'agronomo ha egli essenzialmente d'uopo di questo doppio studio della materia che ponno fornirgli la Fisica e la Chimica? L'agricoltura aspetta ancora da queste scienze gli aiuti filosofici ch'esse han recato a tutte l'altre industrie. Il suo perno fondamentale, il lavoro della terra è tuttora eseguito con mezzi lunghi, fatichevoli, imperfetti, benchè con una serie di tentativi

quasi sempre nati dall'empirismo, si sieno alquanto migliorati. Ma dove abbiam noi l'aratro che punto s'accosti nell'effetto al lungo e laborioso, ma sommamente più utile e razionale lavoro della vanga o del ravagliare? E se più inoltriamo, quanto non ci rimane egli d'apprendere intorno la connessione ed influenza della natura inorganica, su quella organica la cui produzione e sviluppo forma il subbietto dell'arte del coltivare?

1922. Osservazione ed esperienza. Da oltre 23 secoli erasi veduto l'ambra confricata con drappo di lana attraere i corpi leggeri; ma solo dopo sì lungo lasso di tempo, s'apprese che tutti i corpi possedevano eguale proprietà, nè solo dello attrarre corpi leggieri, ma con tanti altri fenomeni, pe' quali

Quindi osò l'uom condurre il fulmin vero
In ferrei ceppi, e disarmò le nubi.
MASCHER. *Inv. a Lesbia.*

Or perchè solo così tardi si giunse a tanto maggiore cognizione? Perchè gli antichi nell'epoche più lontane seppero indagare la Natura con retto spirito d'osservazione (1) e dipoi poco e male osservavano, nulla sperimentavano. Le verità naturali unicamente risultano dalla *osservazione*, ma convalidata dalla *esperienza*: veri cardini amendue non pur della FISICA, ma di tutte le scienze naturali, il cui reale progresso muove da quando GALILEO e BACONE proclamaronli unico fondamento della naturale Filosofia. Lo che dee convincere l'agronomo che la nuova scienza naturale, cui si compete il nome d'AGROLOGIA, non riuscirà mai profittevole ad illuminare e perfezionare la pratica, s'essa pure sull'*esperienza* e l'*osservazione* non s'affranca.

1923. Ragionamento. L'osservazione e l'esperienza però a nulla soddisfano, se l'intelligenza dell'uomo non sa ragionare osservando, e sperimentando. Vedeano i fontanieri di FIRENZE e per osservazione e per esperienza l'acqua nelle trombe aspiranti sollevarsi a 10 metri d'altezza, non però mai oltrepassarla. Fatto per verità utilissimo, ma sterile delle grandi conseguenze che n'emersero, quando il TORRICELLI applicandovi la sua intelligenza ne rivelò la causa, concepì sperimenti per dimostrarla, e ne dedusse un principio generale da cui la spiegazione di sì gran numero di fenomeni naturali. Come avrebbe il giuocherello del cervo volante, generato nella mente del FRANKLIN il prodigioso disegno d'incatenare le folgori? La storia della FISICA ad ogni scoperta (2) ne disvela, che rimase ignorata o infeconda finchè non s'incontrò in qualche colto o naturale ingegno che sapesse apprezzarla. Il villico persevera tenacemente

(1) Dai primi tempi storici sino a TALETE, non si può negare agli Indi, Cinesi ed Egiziani un' intuizione primitiva per cui ottennero risultati pratici nelle arti, che ancora ci sorprendono. Dipoi la scuola Greca, troppo compiacendosi delle teorie speculative, non si curò abbastanza d'interrogare i fatti per assicurarsi se a quelle si coordinavano. HOEFER. *Hist. de la Chimie.* T. I, pag. 62.

(2) Al VOLTA il sapor acidulo sulla lingua, al GALVANI il tremito della rana, ad HAUY il frangersi di un pezzetto di cristallo di calce carbonata, al CHLADNI, al SAVART il moto della sabbia sulle lastre di vetro, e cento altri fatti ovvii e semplicissimi non diedero luogo alle scoperte più celebri dei fisici finchè non furono osservati da uomini che sapeano come si dee osservare, e dall'osservazione ben fatta argomentare.

nelle sue pratiche, perchè non vuol ragionare delle medesime; egli s'avvinchia a quell'esperienza antica senza discutere se possa essere perfezionata, o sostituita da altra più razionale e vantaggiosa. Ma oltre all'uomo del campo hannovi pure agenti, fattori, proprietari, e sedicenti agronomi quali pensano aver raggiunto l'apice dell'arte. E' non sanno ch'essa procede e dee ognora procedere finchè le Scienze di cui s'aiuta l'AGROLOGIA con instancabil lena procedono.

1924. Novità agricole. Talvolta all'agronomo verrà fatto di leggere che applicando una rete di fili di ferro, secondo certe direzioni collocati per entro il terreno, può addoppiarne la fertilezza; talaltra troverà in alcun libro che le rendite del suo campo dipendono da qualche milligrammo d'azoto: o gli verrà proposto con poche oncie d'ingrasso liquido di ottenere dal suo frumento la produzione di cento grani per uno; nè mancherà chi gli affermi 10 miriagrammi di guano profittare quanto 500 miriagrammi di buon letame. Osservi e ragioni, e pochi nè dispendiosi sperimenti il potranno fare accorto se gli torni cimentarne estese e spendiose applicazioni, semprecchè abbia osservato e sperimentato, ma osservando e sperimentando a dovere, cioè a dire ragionando acconciamente sulle fatte osservazioni e sperienze.

Non tenga fatti affermati, per impossibili, perciocchè abbiano apparenza d'enormità di grandezza, o picciolezza. Chi avrebbe creduto che da GENOVA a TORINO potesse spedirsi un avviso in minor tempo che non si espone? Chi crederebbe che un infinito numero di milioni d'acini potessero quasi contemporaneamente divenir pascolo di minimi funghi il cui numero eguaglia quello delle gocce d'acqua nel mare?

In ispecie nello studio ed applicazioni delle scienze naturali, e quindi del loro tronco maestro ch'è la FISICA, anzichè dubitare, o respingere fatti, perchè in sembianza di sovrannaturali, rifletta che nella propria intelligenza, scôrta dai retti principii agrologici, egli ha mezzo altrettanto mirabile che possente per esaminarli, discuterli ed al loro giusto saggio apprezzarli.

1925. Torni a regnare l'assioma della sapienza antica = CONOSCI TE MEDESIMO = allora si comprenderà nulla esservi per l'intelligenza nè di grande nè di piccolo.

Col suo telescopio di 40 piedi lo HERSCHELL ha veduto nebulose la cui distanza non si può quasi immaginare; e solo si giugne a calcolarla prendendo ad unità di misura, la quantità di leghe che la luce percorre in un minuto secondo. La luce di quelle nebulose impiega due milioni d'anni a pervenire sino a noi: dunque elleno sono a una distanza di 72 mila leghe moltiplicate pel numero di secondi minuti componenti due milioni d'anni. Eccovi caso di immensa grandezza.

Or osservate gli otricelli che rappresentano il frutto d'alcuni muschi; ne occorre qualche migliaio per eguagliare il volume d'una capocchia di spillo: e tuttavia ciascuno di questi otricelli contiene migliaia d'impercettibili granellini. Eccovi caso d'indefinibile picciolezza, ma non è egli in pari tempo d'immensità enorme di numero? L'infinitamente grande rivelatoci dal telescopio esige infinità di numeri per farsene concetto, come il richiede l'infinitamente piccolo dal microscopio svelatoci nella esistenza d'infinitamente minimi esseri. Lo spirito elevandosi alla sublimità de' suoi comprendimenti conchiude: la

distanza tra la terra e quelle nebulose dell'HERSCHELL non è maggiore della lunghezza d'un ettometro a confronto degli animalucci de' cui gusci componesi il tripolì di S. FIORA. E di simil guisa l'agronomo in questi non affatto volgari studii, saprà con fiducia penetrare nel mondo degl'immensi o de' massimi, e nel mondo immenso de' minimi.

1926. Se la FISICA non ha per oggetto lo studio della Natura organica, l'agronomo però dee anzi conoscerla per le sue applicazioni alla medesima (§ **1912**).

Gli esseri organizzati oltre la forza *vitale* sono soggetti alle forze *fisiche* a modo che se queste abbiano predominio cessa la vegetazione, e la vita. Errore quello del TOURNEFORT di pareggiare il crescimento delle piante a quello de'minerali: errore l'altro del MALEBRANCHE di confondere l'organamento degli animali con quello delle macchine (1). L'azione chimica è massima nell'atto della digestione, è nulla se cessi la vita; del pari l'azione meccanica nel cuore per la circolazione del sangue che monta senza il soffio vitale? Ma questo è pur impotente se quell'azione chimica, e quella meccanica vengan meno. L'agronomo ha d'uopo di sapere come gli agenti imponderabili, ossia l'*eterea sostanza*, influisca nell'ascensione del succhio nelle piante, se la *capillarità* o l'*endosmosi* bastino a produrla, se le correnti *elettro-chimiche* intervengano nell'atto della germinazione, fin a qual grado la *temperatura* consenta la vita alle piante, e mille altri fenomeni di Fisiologia o diremo di Natura organica, in cui la Fisica ossia la Natura inorganica ha tal parte che può dipenderne la esistenza degli organici esseri, la cui prosperità forma lo scopo e il successo del coltivatore.

1927. Le **ipotesi** da molti fisici si ripudiano, ma nol dee fare in modo assoluto l'agronomo. Mi affrancherò con queste parole d'illustre fisico, di cui fui discepolo: « Insegnando Fisica m'interviene spesso di meravigliarmi d'assai « cose. Una di quelle delle quali più mi meraviglio è la sconnessione e la con- « traddizione delle dottrine che di questa bella parte dello scibile umano fanno « nel presente suo stato una scienza scompigliata di naturali apparenze, non « richiamate a leggi semplici, e non formanti colle loro somme una buona e « lodevole coordinazione di generali principii, de' quali i fenomeni sieno chiara « e lucida derivazione. Ciò senza dubbio è principalmente colpa della imperfe- « zione grandissima delle cose nostre: ma ciò è colpa altresì della soverchia « timidità che certuni mostrano quanto all'ideare sistemi coordinatori, ed alla « antipatia che quasi ne hanno, come se le ipotesi (purchè loro non s'assegni « valore di verità perfettamente dimostrata) sieno una superfluità dello intel- « letto, e non piuttosto un *prezioso mezzo per aiutare e promuovere l'intelli-* « *genza e la memoria dei fatti e per condurre a sempre nuove scoperte* » (2).

Dopo ciò se in questo bozzo di FISICA AGRARIA vedrà l'agronomo ch'io pure, sormontando quella *soverchia timidità*, m'ingegno di coordinare un generale concetto, di cui i fenomeni più importanti sieno *chiara e lucida derivazione*, io non dovea ristarmi per tema di criticatori, non aspirando che ad *aiutare* e

---

(1) BECQUEREL. Traité de Physique considérée dans ses rapports ecc. PARIS 1842. T. I. pag. 7.

(2) ORIOLI. Spighe e paglie. 1844.

promuovere la intelligenza di fatti in mezzo alla *sconnessione* e *contraddizione* delle diverse dottrine.

[3] Alcune definizioni generali.

1928. Definire è difficilissimo quant'è con proprii e conosciuti vocaboli esprimere brevemente le qualità generali dell'idea d'alcuna cosa, e le particolarità onde possa distinguersi da ogni altra. Perciò molti ommettono le definizioni ed io il farei similmente se non temessi di nuocere alla chiarezza, e in pari tempo alla brevità dell'esposizione.

1929. Le **definizioni** cui ora intendo, sono però unicamente di vocaboli esprimenti idee generali; conciossiachè le speciali di proprietà o d'attribuzioni della *materiale sostanza* e dell'*eterea* (§ 2036 ecc.) vengo a'rispettivi luoghi additando, dove la *diffinizione* isolata trova il soccorso delle peculiari descrizioni de' fenomeni cui danno luogo, o da cui muovono. Invece le più generiche cui fo passo, richieggono soltanto la precisa limitazione del significato che loro attribuisco, quando in ispecie diverge dalla più ordinaria interpretazione.

1930. Sensibile è ad esempio l'aggiunto dato da molti a ciò che forma subbietto della FISICA. Chiamano *cose sensibili* i corpi e le proprietà loro (1). Nè il corpo nè le proprietà sue, esistono solo perchè ci riescano *sensibili*: sonovi cose e proprietà di cui il raziocinio, l'analogia, l'induzione, rivelano l'esistenza al fisico, senza che cadano sotto i suoi sensi. Gli *atomi*, avvegnacchè non possano giammai riuscire percettibili, esistono quanto il continente Americano esisteva per COLOMBO allorchè mosse a scoprirlo. La forza del vapore o a meglio dire del calorico da cui s'ingenera, esistea prima di essere applicata a valicare l'oceano, ed a breviar le terrestri distanze. L'azoto ha egli cominciato ad esistere nelle piante, da cui i chimici l'escludevano, solo quando più accurate analisi ve l'hanno rinvenuto?

1931. Fenomeno (2) diciamo per solito ciò che i corpi manifestano mediatamente o immediatamente ai nostri sensi. Più razionalmente (§ 1941) è qualunque cambiamento di spazio che la *materiale* sostanza o l'*eterea* o l'*organica* o le parti loro subiscono. Le aurore boreali, gli ecclissi, il tuono, il lampo, la folgore, la produzione d'un gas, o del calore, o della luce, e cento altri atti o movimenti che accadono nella terra, nell'aria, nel cielo, nello spazio illimitato dell'universo, sono fenomeni, come quegli atti e movimenti che rileviamo negli esseri organici.

L'uomo di certa guisa (e da secoli s'avvisava per ARISTOTILE (3)) è nato fisico; la sacra febbre di sapere lo compulsa ad osservare i naturali fenomeni della Terra e del Cielo: e virtù dello intelletto lo soccorre a rintracciarne le leggi e le cagioni. Ma forse a niuno più vivamente quanto all'agronomo deon dar gola: egli la cui arte consiste nel promuovere e dirigere a suo grado i fenomeni per

---

(1) :..« Le Scienze fisiche si aggirano sulle cose sensibili ossia sui *corpi* e sulle loro proprietà ». AVOGADRO. *Fisica de' corpi imponderabili*. TORINO 1837. T. I, pag. V.

(2) Da φαινομαι, splendere, apparire.

(3) Παντες ανθρωποι του ειδεναι ορεγονται φυσει. MET. 1.

avventura più mirabili, e misteriosi della Natura. Che se lo studio de' fenomeni naturali genera, sulla interpretazione loro, ipotesi talvolta erronee ne'filosofi, e de' gravissimi ne produsse negli antichi, finchè trattasi di teoriche speculative, non riescono sì fatali, e non mancano spesso di gittar semi di verità, che poi distenebrate, di ulterior luce riescon feconde. Ma per l'agronomo, ogni falsa interpretazione può guidarlo a pratici risultamenti, al suo interesse disvantaggiosi.

I fenomeni che non si rivelano con alcun cambiamento materiale nell'intima costituzione de' corpi, spettano al dominio della FISICA; la quale lascia alla CHIMICA l'investigazione di quelli che al contrario inducono ne' corpi un alterazione profonda, un cambiamento nella loro natura (1) e proprietà: ma sì gli uni che gli altri esigon pari accorgimento nel contemplarli, e sagacità nel comprenderli.

La Fisica ha di certa maniera la sua logica le cui leggi deono osservarsi nella interpretazione de' fenomeni e sono precipue le seguenti.

1ª LEGGE. *Non ammettere altre cause se non che le vere e bastevoli alla spiegazione dei fenomeni.*

2ª LEGGE. *Ai medesimi effetti attribuire le medesime cause.*

Leggi fondate sul principio che nulla facciasi invano dalla Natura (2), dalle quali nasce per corollario di riguardare come *proprietà* di tutti i corpi in generale, le *qualità* riconosciute in tutti quelli sui quali coll'osservazione o colla sperienza si ponno rilevare.

1932. **Proprietà** della materia ho dunque di tal modo per definita: nè l'agronomo confonderà le *qualità* della materia, colle *forze* che l'animano o la soggiogano. Se il pomo cade dall'albero, esso è dotato della *proprietà* di cadere, in quanto è spinto a farlo dalla *forza* di gravità che investe la materia di cui è composto. Il pomo ha sì, come vedremo, la scambievole facoltà di attrarre la terra, ma non per questo è da sconoscere la natura di *forza* a ciò d'onde quella facoltà gliene emana.

1933. **Atomo** (3) non è quel minuzzolo qualunque di materia che non si può più oltre dividere o separare in parti, coi mezzi dati dall'arti o dalle scienze: altrimenti oggi sarebbe *atomo* ciò che domani diverrebbe molecola, quando l'arti o le scienze mi rivelassero mezzo di suddividerlo. Per me l'*atomo* è quel *minimo elemento materiale intrinsecamente indivisibile.*

1934. **Ente** l'*atomo* della sostanza eterea potrebbe dirsi, nel senso dei CHIMICI quando vogliono esprimere quella parte di qualsivoglia corpo in cui si trovano comprese come in ristretto tutte le sue qualità o virtù essenziali. Allora *atomo*, *ente* e *monade* rappresenterebbero gli elementi primi e indivisibili delle sostanze *materiale*, *eterea*, ed *organica*. Ma farò scarso uso della parola *ente*

---

(1) REGNAULT. *Cours élém. de Chimie.* 1 partie. Introduction, § 1.

(2) Abantico i Sapienti statuivano che i fenomeni in apparenza i più opposti, o i più inutili sono essenziali all'armonia del tutto. Gli esseri tutti, *anche quando dormono*, contribuiscono all'esistenza reciproca degli oggetti del mondo. Καὶ τους καθευδοντας, ὁ Ηρακλειτος εργατας ειναι λεγει καὶ συνεργους εν τῶ κοσμω γενομένους. ANTON. VI, c. 42.

(3) ἄτομος da α negativo, e τεμνω segare. ERACLITO supponea gl' Iddii composti di fuoco, PITAGORA di numeri, ed EPICURO di atomi. GALILEO ne' suoi *Dialoghi del moto* considera *gl'innumerabili atomi dell'acqua.*

con quel significato, per non confondere con *ente*, nel senso più esteso di tutto ciò che è, e può avere esistenza.

1935. Monade è dunque sinonimo d'*atomo*, al quale la sostituisco quando considero atomi *organici* (1).

1936. Molecola è l'*aggregato di più atomi* (2): ne' corpi organici la molecola è per me *l'aggregato di più monadi.*

1937. Corpo chiamano una determinata quantità di materia i cui limiti sono ben definiti (3) ed io chiamo tale *ogni semplice aggregato di molecole.* Quali infatti sono i limiti ben definiti d'un liquido, d'un gas? forse l'aria cesserebbe d'esser corpo quando, o perchè giunga ad una altezza sconosciuta?

Avvertenze. La *sostanza materiale* può comporsi in *atomi* distinti, ovvero aggregarsi in *molecole*, cioè gruppi d'*atomi* pure distinti tra loro. La *sostanza eterea* invece sarebbe sempre composta di *atomi* non mai aggruppati in *molecole*, del che più sotto la ragione: e la *sostanza organica* dovrebbe constare di *monadi*, le quali sarebbero essenzialmente *atomi organici.*

È da richiedere: i nostri mezzi giungono essi a farci conoscere *atomi materiali*? La CHIMICA stessa opera soltanto sopra *molecole* benchè minime: se però lasciasi un pezzetto di canfora in un vaso aperto, esso scompare senza lasciare alcun residuo, volatilizzandosi in particelle esilissime, che però ci riescono sensibili all'olfatto, e non pochi altri corpi si disgregano e decompongonsi almeno in parte esalandosi in quelle minime particelle cui diamo nome di odori. Ma vi sono corpi che non cessano di tramandare particelle sottilissime e infinitesime, pur capaci, quando pervengono alla membrana *Schneideriana* delle narici, di determinare il senso dell'*odorato*, senza che si possa rilevare minima diminuzione nel corpo odoroso. Forse in alcuni di questi casi quelle esalazioni, o vogliam dire disgregazioni, potrebbero estendersi a tal segno di spartirsi negli ultimi atomi materiali di quei corpi? Rimetterò cotesta dubitazione a più inoltrato investigamento.

1938. Estensione. L'estensione (già definita al § 957 ecc.) è pel Fisico sempre considerata nelle tre dimensioni riunite, perchè ogni *corpo*, ogni *molecola*, e il più minimo *atomo* ha volume, e così pure la *monade* e l'*ente* (§ 1934-1935). Non si confonda però l'estensione apparente colla estensione intima d'un corpo, il quale è sempre un aggregato per così dire di corpuscoli. La estensione apparente equivale allo spazio complesso, cioè a dire composto degli spazi occupati dalle sue molecole, e di quelli interposti tra le molecole stesse. Fo calcolo di questa distinzione perchè nella mia ipotesi la

---

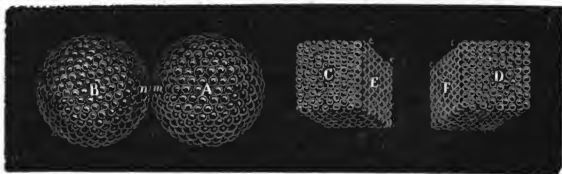
(1) Da μονος, *unico, singolare;* secondo alcuni filosofi, un *unico*, un solo principio della sostanza materiale, ed a stima del LEIBNITZ, l'*ente semplice senza parti di cui tutti gli altri enti sono composti*.

(2) L'aggregato di più *atomi* sarebbe il corpo, secondo il POUILLET. Ediz. cit. pag. 9: ma più innanzi ammette parecchi atomi aggregati insieme costituire la molecola.

(3) Definiscono alcuni il corpo per materia *dotata di lunghezza, larghezza e profondità.* Rigorosamente *dotati* di dimensioni sono puramente i corpi organici. L'aria e l'acqua non hanno dimensioni determinate, che contenute da altri corpi: il marmo è un corpo nell'Ebe del CANOVA, come nel masso di Carrara. Il GALUPPI ne' suoi *Elem. di filosofia* vuole che si dica il *corpo è l'estensione impenetrabile.* Il POUILLET invece chiama l'impenetrabilità nello spazio, materia.

estensione d'un corpo, equivale alla somma dello spazio occupato dalla *materia ponderabile*, con quello ripieno della materia *imponderabile* o sostanza *eterea*, e più degli intervalli esistenti tra gli atomi dell'eterea medesima. L'*atomo* ha estensione benchè per noi impercettibile (§ 1933), come l'ha la *molecola* (§ 1934) e il *corpo* (§ 1935), del cui *volume* e *figura* abbastanza è detto nel precedente CAPITOLO.

Un **avvertenza**, che riuscirà in seguito molto opportuna, è da fare sulla superficie delle diverse parti in cui può consistere la materia, cioè *atomo*, *molecola*, *e corpo*; vo' dire che se il corpo qualunque è un aggregato di *molecole*, e queste lo sono di *atomi*, la superficie esterna di un *corpo* o di una *molecola*, di necessità si compone di *atomi*; e così di *enti* o di *monadi*, sempre nel caso delle sostanze *eterea* ed *organica*. Dal che deriva che la *figura* stessa de' *corpi* e delle molecole può avere somma influenza nel determinare gli effetti delle forze fisiche, di cui sarà parola più innanzi. La fig. 493 dimo-

Fig. 493.

stra ad esempio che le molecole sferiche A e B accostandosi tra loro produrrebbero il contatto di due soli atomi *m* ed *n*, mentre due molecole cubiche C e D indurrebbero quello di tutte le molecole *ccc*.... ed *eee* componenti le due facce E ed F che approssimassero tra loro. Se invece la molecola cubica D si accostasse alla sferica B, uno solo degli *atomi* d'amendue le *molecole* potrebbe venire a contatto; ma gli *atomi* della faccia F s'accosterebbero assai più a quelli di B, che non gli *atomi* della *molecola* A in fuori di quell'unico *m*.

1939. **Massa** è la quantità di *materia* contenuta in uno spazio determinato. Questa espressione s'addice pure alla *sostanza eterea*, quando si riferisce al numero di *atomi* eguali compresi in un identico spazio. Se sotto egual volume sia contenuto egual numero d'*atomi* d'eguale dimensione, ciò indica egual *massa* in quella materia o sostanza eterea che occupa o riempie quello spazio.

Per la materia *ponderabile*, lo stesso avverrà rispetto alle *molecole*, quando queste di egual numero comprendano ciascuna egual numero di eguali *atomi*.

1940. **Forza** che cosa sia il comprendiamo, ma ne conosciamo noi la natura?

Deonsi distinguere le forze puramente fisiche, e l'altre vegetali o animali cioè inerenti alla *natura organica* (§ 1926).

Le forze principali o probabilmente uniche, inerenti alla Natura inorganica sono l'*attrazione* di cui dissi al § 33, e ridirò più innanzi; e la *impulsione* che pure più sotto è da investigare.

Cotali due *forze*, come dimostrerò, evidentemente esistono sia nella materia sia nella sostanza eterea, ed i fenomeni naturali inorganici possono con queste due sole forze venire in chiaro. Perciò la forza di *ripulsione* di cui feci motto al § 35, oltrecchè discorda dalle stesse leggi del moto, è resa anche inutile per le ragioni mano a mano da disputare.

Lo stelo del grano si eleva dal suolo per effetto della *forza vitale*: la *forza fisica* lo prostende sul terreno. Un'ora di Sole rinvigorisce talvolta le biade che allettano, ond'esse rilevano dal suolo. Ecco *forza fisica*, la quale apparentemente produce l'effetto analogo della *forza vitale*, ma realmente non fa che distruggere le cause onde l'azione di questa era attutita. Da cotest'esempio si rilevi, moltissimi essere i modi, le forme, e le apparenze delle *forze fisiche;* ma queste son dirette sempre da leggi invariabili, quali invece non possono applicarsi alle *forze vegetative o vitali*.

1941. Queste leggi speciali a quelle *forze* delle quali soltanto la FISICA s'intrattiene, sono:

Iª LEGGE. *Una stessa forza determina ne'corpi di egual* massa, *eguale* velocità.

IIª LEGGE. *Ne'corpi dotati d'egual velocità, le forze sono proporzionali alle masse.*

Ho spiegato che intendasi per *massa*. È poi facile comprendere che forza implica l'idea di moto, o di tendenza al moto (§ 1965), perciocchè senza moto non hannovi cangiamenti nella materia, ed appunto le forze non sono che le cause de'medesimi (1). Il valore, l'applicazione di queste *leggi* troveranno sviluppo nel seguente CAPITOLO della MECCANICA AGRARIA.

Come poi esse *leggi* avverinsi rispetto alla forza d'*attrazione*, e a quella di *impulsione*, più sotto verrà manifesto.

1942. Il **Tempo** non si definisce (2). Lo *spazio* ed il *tempo* si suppongono dai fisici come *dati*. Le idee del tempo e dello spazio si rinvengono in tutti i nostri pensamenti; il nulla è per noi inconcepibile, e quando ci studiamo di farcene una idea, dobbiamo almeno immaginare lo *spazio* ed il *tempo* (3). Della misura dell'uno e dell'altro, ne' precedenti CAPITOLI è detto a sufficienza

Non si può ammettere l'idea del *moto* senza quella del *tempo;* cioè a dire non si dà luogo a velocità così illimitata da potersi dire istantanea. Una grande esperienza del FIZEAU giunse a misurare la velocità della luce, benchè sia essa

---

(1) Les causes qui produisent les changements dans les corps se nomment *Forces*. LIEBIG. Introd. à l'Étude de la Chimie. PARIS 1837, pag. 3.

(2) LUCREZIO questo disse del tempo (De rerum natura, Lib. I)

Tempus item per se non est, sed rebus ab ipsis
Consequitur sensus, transactum quid sit in aevo,
Tum quae res instet, quid porro deinde sequatur.

così tradotto dal RENIERI:

Il tempo ancor non è per sè: ma il senso
Distingue sol dalle medesme cose,
Che fu, che accade e che verrà in appresso;
Nè queti i corpi, o del lor moto a lungi,
Per se stesso sentir si puote il tempo.

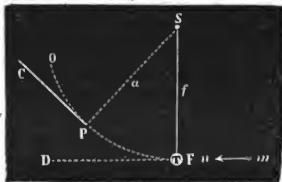
(3) POUILLET. *Elem. di Fisica sperim.* Terza ediz. volt, in italiano con note e giunte di L. PALMIERI. NAPOLI 1844. Tomo I, pag. 8.

di 80 mila leghe per minuto secondo. La stessa propagazione della elettricità, benchè anco più veloce della luce, dal WHEATSTONE si dimostrò non essere istantanea. Però i movimenti che accadono percorrendo spazii minimi, possono aver luogo in momenti istantanei, o quanto dire in tempi impercettibili. Se infatti la luce percorre quello spazio di 80 mila leghe in un minuto secondo, è quasi impossibile immaginare quella infinitesima frazione di secondo, che impiega la luce stessa a percorrere un metro, e a maggior ragione un centimetro o un millimetro di distanza.

Art. II. Il mio concetto.

[1] Idea preliminare.

1943. Le due forze fisiche. Al corpo T sospeso al punto S col filo *f*, da energica forza F sia data una spinta come nella fig. 494 indica quella freccia, in direzione *m n*, cioè verso D. Se T fosse libero, per l'impulso ricevuto muoverebbesi in quella direzione T D: invece, rattenuto dal punto S mercè il filo *f*, correrà verso O descrivendo l'arco T P O. Quando T è giunto in P, rompesi il filo *f*: allora il corpo dal punto P segue la sua corsa non più verso O, ma per la direzione P C, tangente in quel punto alla curva T P O; come nel primo caso la direzione T D era pur tangente nel punto T alla stessa curva T O.

Fig. 494.

Quando un corpo ha ricevuto un *impulso*, se non trova resistenza (per quella sua *inerzia* da investigare più innanzi) il conserva indefinitamente, cosicchè giunto in qualunque punto P si muove verso O colla stessa velocità e direzione con cui da T movevasi verso P.

Ecco spiegato come la Terra giri attorno al Sole, ponendo la terra in T e il Sole in S. Occorrono dunque due forze; una in posto di S, o vuoi del filo *f*, l'altra dell'impulso F.

L'attrazione è figurata in certa guisa da quel filo *f* che impedisce al corpo T di fuggire dal circolo, di cui è un arco T P O; cioè di correre per la linea T D, o per la linea P C ecc. Senonchè in luogo di quella semplice facoltà del filo *f* di rattenere collegata T ad S, esiste realmente in S, ossia nel Sole, una forza che tira a sè la terra T, per cui questa forza d'*attrazione* risiede realmente in S, ed il filo è solo un supposito per ispiegare materialmente l'azione e l'effetto della stessa forza d'*attrazione*.

L'impulsione è quella spinta o forza F che mantiene il corpo T in quel cammino T P O: altrimenti precipiterebbe, lungo la linea *f*, o *a* qualunque, sul centro S da cui è attirato.

1944. **Ripulsione** non ha luogo in questo cosmico avvenimento della rotazione della Terra intorno al Sole. Tuttavolta se il corpo T non fosse rattenuto dall'attrazione del centro S, percorrerebbe la linea T D, cioè ad ogni istante si allontanerebbe da S, essendo il punto D evidentemente più lontano da S che non il punto T. Perchè adunque non dicesi che quella forza d'impulso F non esiste, e in sua vece una forza di ripulsione di T rispetto a S, agisce in senso opposito alla forza d'attrazione?

Assurdo, ribadirebbe il fisico astronomo, che la Terra nello stesso tempo sia attratta e respinta dal Sole, o a meglio esprimersi, che amendue contemporaneamente si attraggano e si respingano. Potrò io pure affermare *assurdo* che i fisici generalmente ammettano tra le parti del tutto, cioè nella materia ponderabile o imponderabile, simigliante coesistenza di *attrazione* e *ripulsione* tra i suoi elementi?

1945. Se ingegno avessi eguale al convincimento, vorrei dimostrare che forza di *ripulsione*, è quanto dire forza di *distruzione*: che l'ultimo effetto del *respingersi* nella materia sarebbe quello del non *esistere*: che la *ripulsione* risolverebbe il mondo nel *nulla*; che infine la *ripulsione* è un equivoco pel quale prendesi ciò ch' è *movimento*, ch'è *vita*, pel suo contrario ch'è l'*immobilità* ed il *nulla*.

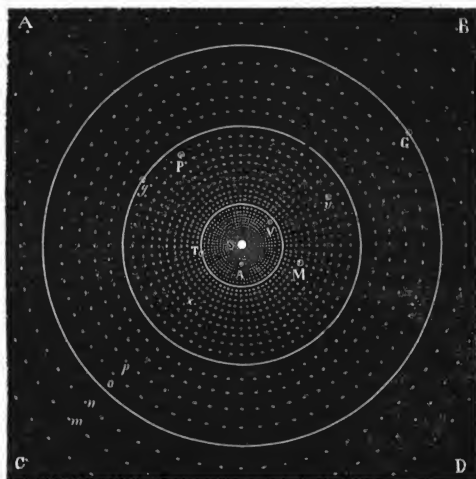
Ma perciocchè all'agronomo si confà solo il conoscere genericamente i naturali fenomeni di cui tratta la FISICA: perciocchè troppo dilungherei volendo esporne la ragione filosofica, nel senso in cui la comprendo; perciocchè ardimento e oltracotanza si parrebbe una mia confutazione, comecchè incompiuta, delle ipotesi e de' sistemi universalmente accettati, mi terrò quanto posso più alla narrazione de' fatti che alla loro esplicazione.

1946. **Dichiaramento.** *Se il mio proposito è descrivere i fenomeni fisici anzichè interpretarli, dovendo quelli trascegliere di più diretta applicazione nell'* AGROLOGIA; *se a norma del principale scopo della medesima, l'agronomo dee pure apprendere la ragione delle cose, cioè dei fatti per lui essenziali a conoscere; natural cosa è che le forze e le leggi onde que' fatti produconsi, io venga, secondo la pochezza mia, dilucidando. Il convenire che una delle forze fondamentali e ineluttabili nel materiale ordinamento del mondo terrestre sia la* ripulsione: *il dovere indispensabilmente parlarne anche per annunciare solamente i fatti più ovvii dalla* FISICA *contemplati, non mi sarebbe possibile senza espormi ad affermare quanto io credo insussistente e fallace. E' mi parrebbe di fare atto contro coscienza e d'ingannare i benevoli che ai presenti studi si piegano per comprendere il mirabile ingegno del coltivare secondo i luminosi principii che l'arte elevano al suo rango di Scienza. Oltracciò la concisa interpretazione, a quando a quando nella sposizione de' fatti inevitabile, parendomi, come io la comprendo e la svolgo, più agevole e piana, e dagli stessi fatti e fenomeni (quanti almeno la mia povera mente sa investigare) non ismentita, non contraddetta, nè dell'altre ipotesi meno probabile, reputo procacciarmi dall'agronomo confortevole indulgenza, se alquanto divergo dalla corrente affine di condurlo per men arduo e forse meno oscuro cammino.*

[2] Idea concreta.

1947. Spazio etereo. Anche il villico più ingenuo sa che al di sopra della crosta terrestre sta l'aria, ossia l'atmosfera, e al di là da questa la gran vôlta del Cielo.

Immaginiamo uno spazio, quale la potenza d'intelletto ci lascia comprendere, cioè fino ai limiti cui la luce del Sole possa pervenire. Esso avrà la figura d'una immensa sfera, perciocchè non sia ragione che la luce si porti in alcune direzioni più lungi che in altre. Passi un piano (§ 1693) pel centro del Sole, cioè pel centro di questo immenso spazio sferico, e ce ne riveli all'immaginazione il quadrato A B C D delineato nella figura 495, dove sieno proiettati

Fig. 495.

S il SOLE	*m Mercurio*	V *Venere*
T la TERRA	M *Marte*	*v Vesta*
p Pallade	*g Giunone*	G *Giove*, ecc.

ove siano descritte solo le orbite della TERRA, di *Giunone* e di *Giove*, ommettendo quelle di tanti altri pianeti per non generare confusione, e che facilmente si comprendono immaginando tanti altri circoli concentrici a quelli, aventi per raggio la distanza di ciascun pianeta dal SOLE. Tutti gli rotano attorno in vigore delle forze d'*attrazione* e d'*impulsione* or ora (§ 1943) memorate.

L'immaginata sfera, o vuoi, quella parte dell'Universo che è compresa nel

Sistema Solare, non è vuota: essa è disseminata, anzi ripiena della *sostanza* che abbiam detto *eterea* (§ 1912) e chiamaronla antichi (1) e moderni fisici, più brevemente, *etere*. Nella Terra e ne' pianeti, i quali constano di *materia ponderabile*, entra pur l'*etere*, ma in ispecie il Sole unicamente d'*etere* si compone. E il comprendiamo, se ravvisando l'*etere* formato d'infinito numero di minimi *enti* disposti ordinatamente in tanti circoli concentrici al Sole, noi supponghiamo che ciascuno di questi circoli (benchè sempre minori come *m*, *n*, *o*... *x*... più si accostano al centro) contenga lo stesso numero d' *enti*. Quest' etere dovrà riuscire infinitamente più denso o sì abbondante dov'è il Sole, che potremo considerare il Sole medesimo come un nucleo d'*etere*.

1948. Enti dell'etere. Cotesti *atomi* o *enti* s'hanno a tenere come gli *atomi* della materia ponderabile, soggiogati dalla forza d' *attrazione* per gli atomi *materiati* ed *organici*, ed oltracciò per virtù dell'altra forza d'*impulsione*, obbligati a movimenti e vibrazioni, e nel loro insieme, costretti per avventura a percorrere le orbite circolari (2) di cui la TERRA e gli altri *pianeti* ci offrono esempio. Risentono e comunicano la forza d'*impulsione* che li mantiene in perfetta e incessabile tendenza al moto (3); il quale si fa manifesto quante volte non è rattrappato dall'egual tendenza o movimento effettivo degli enti circostanti (4), ovvero dalla resistenza di materiali atomi o molecole ponderabili.

1949. Tenuità ed elasticità, oltre ogni possibile calcolo, sono le proprietà principali di questa *sostanza* dall' EULERO supposta 39 milioni di volte più tenue dell'aria atmosferica, e 1278 volte più elastica della medesima. Della quale tenuità avremo prove discorrendo le quattro principali forme sotto cui l'etere a noi si manifesta; mentre la elasticità, della quale pure ravviseremo l'indicibile intensione, è da considerare come l'effetto integrale della forza d'*impulsione* anzidetta.

Se mancasse quella *tenuità* estrema, col volger dei secoli il moto delle grandi masse di materia ponderabile, come i pianeti, dovrebbe soffrire alcuna alterazione. E già periodi decrescenti nelle comete dello ENCKE e di BIELA adduconsi da qual-

---

(1) Non mi farò carico di notare quanti fra i moderni ammettano essenzialmente l'esistenza dell'*Etere universale*. Degli antichissimi INDOUS riferii in nota al § 1906 come nel loro quinario elementare collocassero l'*etere*: essi lo ammettevano *senza limiti*, e che colla morte i corpi si risolvessero in parte anche nel medesimo. ANASSIMANDRO stabiliva come principio universale un certo *che* d'indefinito ἄπειρον, di sottile, penetrante tutta la materia (ARIST. *Physic*. I. c. 3. ecc.). PITAGORA costituiva nel *numero* il principio di tutto; ma numero ἀριθμος avea in questo caso la significazione di ciò ch'è opposto allo *spazio* considerato = 0; anzi più esplicitamente dichiarava il Sole centro del mondo, e sorgente di vita, i raggi del quale traversano l'*etere*. ANASSAGORA, considerava la materia *sottile* (etere fuoco) opposta al principio attivo νοῦς intelligenza. PLATONE riponea *nell'aria una sostanza più pura ch' è l'etere*. Secondo ARISTOTILE oltre i quattro elementi, un quinto, l'etere, formava il cielo, e generava il calor vitale degli animali.

(2) Sto nel supposito dell'orbite circolari, anzichè delle ellittiche per non confondere il lettore con nozioni che immagino non debba antisapere.

(3) LEUCIPPE e DEMOCRITO suo discepolo concepivano gli *atomi* dotati d'un movimento, intimo causa d'ogni combinazione e decomposizione (V. ARISTOT *de Coelo* III, cap. 4).

(4) DEMOCRITO così si esprimeva: l'atomo resiste all'atomo che lo vuol spostare: quindi un movimento oscillante παλμός che diffondesi a tutti gli atomi vicini, i quali lo trasmettono ai più lontani, per cui nasce un moto verticoso δίνη. (PLUTARC. *de Plac. philos*. I, 26).

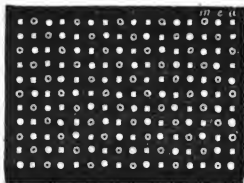
che fisico quale effetto prodotto da comecchè minima resistenza di questo mezzo, la cui esistenza avrebbe da ciò rimarchevole confermazione.

Se la *elasticità* non fosse parimenti quasi direi perfettissima, sarebbero inesplicabili i fenomeni di trasmissione pressochè instantanea di propagazione, di cui al § 1942 ho dato cenno.

1950. Calorico, Luce, Elettrico e Magnetico, sono unicamente forme o modi diversi d'essere della stessa sostanza eterea, la quale in tutti i corpi in maggiore o minor quantità, e con alcuna delle dette forme risiede, come per più argomenti mi proverò di dimostrare.

1951. Ma dal solo **etere,** la luce, il calorico ecc., non già l'aria, l'acqua, e tutti i gas, i liquidi, i solidi, gli animali e le piante, la cui esistenza ci è pur nota e incontrovertibile. Supposti quindi, in epoca anteriore all' odierno stato cosmologico, confusi gli atomi *eterei* cogli atomi *materiali* onde gas, liquidi, solidi, compongonsi, e colle *monadi* (§ 1954) onde la sostanza organica conghietturammo informarsi. Perciocchè poi atomi materiali, e monadi da forza d'attrazione sono soggiogati, o investiti, non arduo il concepirli raggruppati in immensi corpi, quali ad esempio il terrestre globo in cui alberghiamo.

1952. La **Terra** colla sua atmosfera è adunque composta di *materiale sostanza*, *di eterea*, e di *organica*. Figuriamoci pel detto istante primordiale, tutta la congerie degli atomi sia materiali, sia eterei, sia organici, confusa nello spazio occupato attualmente dalla Terra e dalla sua atmosfera. Nella figura 496 indichino i quadratelli *a* gli atomi *materiali*, e le sferette *e* gli eterei (§ 1956), e le cellette *m* gli organici, così a caso disposti tra loro, supponendoli isolati, senza forze le quali ne determinino l'*aggregazione* o il *movimento*.

Fig. 496.

Intervenga la forza d'*attrazione*: cotesti atomi tenderanno ad unirsi, ad aggregarsi: ma se tutti sieno egualmente distanti tra loro, rimarranno fermi ove sono, perchè le azioni scambievoli, eguali e dirette per ogni senso, s'eliderebbero. Se invece suppongansi due soli atomi tra loro più vicini che gli altri non sieno, si formerà un centro intorno a cui s'aduneranno altri secondo le circostanze diverse più sotto da valutare. E quando poi gli atomi eterei sieno contemporaneamente investiti da forza d'*impulsione*, e gli organici da forza *biotica* o vitale, quante varietà di composti, di forme e di fenomeni! Accadranno quelli avvertiti al § 14, (fig. 1, 2 e 3), e quelli che rileverò nelle seguenti due SEZIONI partitamente per la *materia* e per l'*etere*, riserbando il cenno nella IV per la *sostanza organica*, le cui forme sono la vegetale e l'animale. In questa Terra adunque ravvisiamo tre diverse sostanze, e perciò tre specie d'elementi diversi cui abbiam detto *atomi*, *enti* e *monadi*, dotati di forze onde il precipuo carattere dell'essenza loro.

Ma rimontando all'idea generale dello spazio, dovremo noi conghietturare che queste tre sostanze l'occupino interamente, ed affatto affatto lo riempiano?

1953. Vuoto considerasi volgarmente un bicchiere, una boccia, una botte, un recipiente qualunque in cui non sia materia solida o liquida: ma esso

contiene aria e sostanza eterea. Non d'altro modo *vuoti* i pori o interstizii tra gli *atomi*, e tra le *molecole materiali*, e quelli tra *monadi* e *molecole organiche*.

Vuoto pneumatico è quello de'recipienti, ne'quali, oltrechè privi di qualsivoglia materia liquida o solida, pel mezzo della *macchina pneumatica* o per altro qualsisia (de'quali verrà detto in seguito) estraesi la maggior possibile quantità d'aria, perciocchè tutta sia assai difficile espellerla. Al di sopra o meglio al di là della nostra atmosfera, ritiensi esistere questa specie di vuoto, nel quale rimarrebbe solo sostanza eterea.

Vuoto assoluto non s'avrebbe; perciocchè la luce dal Sole e dalle stelle fisse per tutto l'universo si diffonda. Questa l'idea più comune; ma cotesta luce, ossia per noi cotesta forma di *sostanza eterea*, non si può concepire come un corpo compatto: nè spiegare i fenomeni da lei prodotti che conghietturandola formata di atomi tenuissimi, e di una minutezza indescrivibile, i quali per servire alla condizione di perfettissima mobilità stanno tra loro discosti per interstizii e questi, per argomentazione del cel. LAPLACE, maggiori degli atomi medesimi. Ed allora è necessità concedere l'esistenza di cotesti minimissimi spazii *assolutamente vuoti*.

Il mondo adunque si riempirebbe di tre sostanze composte di minimissimi elementi tra quali sarebbero infinitesimi interstizii. La *sostanza eterea* riempie non solo tutto lo spazio in cui si compiono i movimenti del sistema solare, ma quello eziandio tra i globi degli altri sistemi sino alle stelle più immensamente lontane. Nè si ferma all'esterno de'corpi materiali ed organici, ma penetra in tutti gl'intervalli che ne separano gli *atomi*, le *monadi* e le *molecole*; onde non minuzzolo, o frammento di materia ponderabile organica od inorganica che non ne sia ripieno in maggiore o minor quantità; nè *atomo* o *monade* che non s'inviluppino da *enti* o *atomi eterei* e non debbano speciali modificazioni e fenomeni alla loro presenza.

[3] Epilogo.

1954. La **cosmologica** ipotesi ch'io mi son fatta suppone,

1° **Tre sostanze;** MATERIALE, ETEREA ed ORGANICA.

Loro ELEMENTI primi, indivisibili; *atomi*, *enti* e *monadi* (§ 1953, 54, 55).

Come questi elementi si raggruppino, si colleghino, e secondo la varia natura loro informino i diversi corpi, sarà nelle seguenti speciali SEZIONI esplicato. Però riguardando sin d'ora alle qualità caratteristiche di questi corpi, e riportandoli alla Natura inorganica ed alla organica (§ 25 e 26), è forza ammettere i seguenti stati diversi delle preaccennate *sostanze*.

Sostanza materiale	Solidi Fluidi — liquidi e gas
Sostanza eterea	Calorico e Luce Elettrico e Magnetico
Sostanza organica	Vegetali Animali

2° **Quattro forze** generali della Natura — ATTRAZIONE, IMPULSIONE, VITALITA' e ANIMALITA' (§ 89, n. 7°). Le due forze fisiche l'*attrazione* e l'*im-*

pulsione (§ 1945) bastano alla esplicazione dei fenomeni, speciali alla *sostanza materiale*, ed alla *eterea*. Quelli della *sostanza organica* fisicamente sono esplicabili colle due forze suddette, quando vi si aggiunga la *forza vitale*; ma tuttavia per gli esseri animali non si può prescindere da una *quarta forza* (§ 43 e seg.), o vogliam dire *potenza* che durante la vita ne regge e governa l'esistenza. Quindi l'altre due forze che potremo anco dire *vitalità* e *sensitiva* se quest'ultima, in virtù d'un eminente suo grado di perfezione, non sia meglio detta facoltà o forza *psicologica*, o *animalità*.

1955. La **forza vitale** non facilmente potremo conghietturare che dipenda dalla sostanza eterea: quantunque non paresse improbabile (§ 1963) coordinarla ad una forma che quella stessa forza d'impulsione (inerente solo all'etere) assumesse per date fisiche e chimiche combinazioni, trasfondendosi in atomi materiali di peculiare specie, ed essenzialmente diversi dalla pura materia inerte.

1956. La **facoltà intellettuale** o psicologica comprendente l'istinto, la volontà e l'intelligenza non può cadere sotto la categoria delle varie forme della forza impulsiva, benchè forse vi si possa coordinare quella speciale proprietà degli esseri organici che comprendesi sotto il nome di *sensività* e di cui due gradi, immensamente distanti tra loro, sarebbero speciali l'uno all'organismo vegetale l'altro all'animale.

Quattro adunque le forze generali della Natura:

I. L'**attrazione**, con tutte le sue forme dipendenti unicamente dalla diversa distanza tra le parti delle varie SOSTANZE.

II. L'**impulsione**, con le sue forme dipendenti dalla diversa natura delle SOSTANZE medesime.

III. La **vitalità** o forza **biotica**, colle due forme diverse dipendenti dalle due speciali SOSTANZE organiche, *vegetale* e *animale*.

IV. L'**animalità** o facoltà **psicologica** colle due forme diverse dipendenti dalle due speciali SOSTANZE animali, quelle cioè di cui s'informano i ragionevoli e gl'irragionevoli.

Pertinente la I^a^ a tutta la sostanza universale: la II^a^ a tutta pure la sostanza, fuorchè alla prima (la sostanza materiale) non insita, ma solo comunicata: la III^a^ comune alla sostanza vegetale e animale: la IV^a^ infine unicamente all'animale, e nella sua essenza perfetta, esclusivo pregio dell'Uomo.

1957. Dove la FISICA non perviene, soccorre la CHIMICA: ne' fenomeni cui anche questa non basti, entra la FISIOLOGIA colla forza vitale: e dove questa non giugne, rimane la PSICOLOGIA colla forza intellettuale (1).

Ma l'uomo non avrebbe potuto indugiare a conoscer prima tutto ciò che può apprendere la Fisica e la Chimica; e dovendo procedere colle investigazioni e studii relativi, di certa guisa di pari passo, e progredire parallelamente con tutte le scienze, si è attribuito a fenomeno chimico, ciò ch'è fenomeno vitale o vice-

---

(1) *Les faits de la nature organique qui ne pourront rentrer ni dans les lois de la simple physique, ni dans celles de la chimie, dépendront de ce que nous appelons la force vitale: et si celle-ci était entièrement connue, tout ce qui dans le règne animal ne pourrait pas s'y rapporter serait du domaine de la force intellectuelle.* (DECANDOLLE *Physiologie végétale*. PARIS 1832. T. I, pag. 5).

versa, e ad azione vegetativa o vitale quanto apparteneva talora a semplice fenomeno fisico, ed anco ciò ch'è psicologico confuso con quanto era puramente vitale. Tenendo sempre i diversi fenomeni delle diverse sostanze come si sono designate e distinte, coordinati alle diverse quattro forze indicate, reputo meno disagevole assegnare agli effetti le loro vere cause generali, la cui natura ed origine, siccome quella delle sostanze medesime, non è dell'uomo lo scrutinare, ma solo il riconoscere da onnipotenza del CREATORE.

1958. Per ora basti questo cenno, comecchè non isviluppato a bastante, perciocchè implichi nozioni di proprietà e fenomeni sia della materia che della sostanza *eterea*; nozioni cui è da procedere, e che meglio chiariscono ed argomentano il mio qualunque esposto concetto.

SEZIONE II.

Della Sostanza materiale

ossia

FISICA AGRARIA DE' CORPI PONDERABILI.

1959. Tutti sanno distinguere il ghiaccio dall'acqua, e l'acqua dal vapore in cui s'esala col riscaldarla. In altri termini, ogni dabben uomo distingue il solido, il liquido, il vapore; probabilmente avrà avvertito che il vapore si condensa col freddo in liquido, e il liquido, sempre col freddo, in ghiaccio rapprende. Sia poi il caldo o il freddo l'autore di questi tramutamenti, esiste adunque un certo *che* da investigare per sapere d'onde tragga, e di qual modo l'azione sua si diporti; mentre è pur d'uopo conoscere qual altra forza invece a quella resista, e tenda a congregare quanto l'altra a disgregare s'arrota.

1960. **Impulsione** e **attrazione**, ha già compreso l'agronomo, son le coteste forze in perpetuo alla materia accoccolate, ed in perpetuo tra loro disputanti, ond'ha luogo, acciò il dica, la vera vita dell'Universo. Ma la *impulsione* è propria dell'etere, e coll'*attrazione* è pur da vedere come si manifesti ed agisca e in pari tempo come la materia sia disposta e capace a modificarsi a quegli effetti, e di poi quali fenomeni presenti in vigore de' suoi stati diversi. Quindi la presente SEZIONE vuolsi ordinare come segue:

ART. I° **Forze generali della materia.**
II° **Stati della materia.**
III° **Proprietà generali della materia.**
IV° **Corpi solidi.**
V° **Corpi liquidi.**
VI° **Corpi gazosi.**

Trascelgo sempre in questi studi gli oggetti e corpi pegli agronomi più di spesso alla mano. Così viemmeglio si convincerà della necessità di queste nozioni se vorrà pur apprendere per quali indizii si manifesti la tenacità del suolo, la sua facoltà nel ritenere l'acqua e le sostanze che vi sono unite, o di assorbire e trattenere i gas atmosferici, e l'influenza delle pioggie, de' geli, della luce so

lare, del calore raggiante, o diffuso, e tanti altri subbietti gravissimi da cui dipende il successo della coltivazione.

Art. I. Forze generali della materia.

1961. Dopo le *diffinizioni* date ai §§ **1952** e **1959**, conosciamo che intendasi per *forza* e per *proprietà* della materia, e come non s'abbiano a confondere tra loro. Però dovendo ridirne più distintamente, è quasi impossibile parlar dell'une senza all'altre accennare.

1962. Le **forze** o **agenti naturali**, secondo alcuni fisici, si distinguono in Fisiche, Chimiche e Vitali.

1° Fisiche.
- *Attrazione universale*, regolatrice dei moti celesti, e cagione del peso e della caduta de' gravi.
- *Attrazione molecolare*, o *affinità di aggregazione*, o *coesione* esistente tra le molecole omogenee a minime distanze.
- *Influsso degl'imponderabili.*

2° Chimiche. *Affinità*, onde le *combinazioni* d'atomi eterogenei nella formazione de' corpi composti, loro *reazioni* e *scomposizioni.*

3° Vitali, da cui i fenomeni e sviluppi degli esseri organizzati.

Ecco perciò come l'intendono alcuni che un pomo cadrebbe per causa fisica, cioè per l'*attrazione*, il di lui succo si comporrebbe e decomporrebbe per *affinità* e il frutto stesso sarebbe prodotto e svilupperebbe per forza *vitale.*

1963. La **differenza** col mio concetto delle quattro forze indicate al § **1956**, sta in questo che l'*affinità* coll'*attrazione universale*, e la *molecolare* sono *idem* et *unum*, cioè un'identica forza fisica, l'*attrazione* (1): che l'influsso degl'imponderabili è la sostanza eterea dotata d' *impulsione*: che alla *sostanza organica* pertengono la forza *vitale* e la *psicologica*, salvochè non siano, almeno la *vitalità*, un modo di essere dell'*impulsione* in una data speciè di *materia* o di *etere*. Congbiettura che di nuovo mi lascio sfuggire (§ 1957) perchè vorrei pur vedere che la scienza valicasse l' abisso tuttora frapposto tra la Natura organica e l'inorganica, e che dopo tante preziose scoperte sulla materia giugnesse a dirci infine cos' è veramente una pianta e un animale!

Per ragione di chiarezza è mestieri premettere la sposizione d'una qualità

---

(1) Il Gasparin (T. I, pag. 33, ediz. cit.) parlando delle due funzioni cui adempie il terreno rispetto alle piante, soggiugne: *D'où naissent deux points de vue différents, le premier tout mécanique, puisqu'il a pour objet de reconnaître le plus ou moins de facilité que les racines trouvent à s'étendre dans le sol: le plus ou moins de résistance que la terre présente aux instruments etc.* Ora questo punto di vista è meccanico, se dir si voglia, nel risultato materiale, ma è da studiare come effetto *fisico*, e solo la Fisica ne disvela la causa nella forza d'attrazione molecolare, e può dar luce sull'influenza che v'hanno gli agenti fisici.

della materia, e d'una specie d'effetto virtuale di coteste forze, ossia in genere dello stare e del muoversi, onde così distinguesi il presente ARTICOLO.

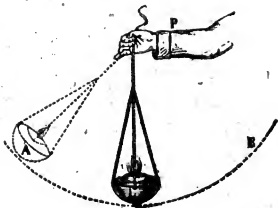
[1] Lo stare e il moto;
[2] L'attrazione;
[3] L' impulsione;
[4] La vitalità;
[5] L'animalità.

Nè qui s'intrometta quistione d'anima di polli o di scoiattoli: le additate forze, attevolezze, potenze, o facoltà che dir si vogliano, sono unicamente investigate in riguardamento alle attenenze loro colla Natura inorganica, ch'è il subbietto speciale della FISICA.

[1] Lo stare e il moto.

1964. Inerzia. Un atomo, una molecola, un corpo inorganico, non può darsi il moto da sè, nè alterare quello ricevuto: ecco l'*inerzia*. Lasciamo andare se possa dirsi *proprietà* della materia, quasichè proprietà sia ciò che non ha, onde dovrebbe dirsi tale eziandio l'insensibilità o simili attributi immateriali. Ma dubiterei eziandio se *inerzia* assoluta possa ammettersi, dappoichè nè atomo, nè materia, nè sostanza, nè corpo abbiavi esente, non solo dal subire, ma eziandio dal produrre scambievoli gli effetti dell'attrazione.

Vedete voi quella lampada sospesa a quella fune? (fig. 497) potete voi chiamarlo un corpo inerte quando per tenerla in quel modo sentite gravarvi di uno sforzo che sì affatica il vostro braccio da non poterla reggere a lungo?

Fig. 497.

1965. Tendenza insita, vigorosa e incessante ha quella lampada a rompere quella funicella, a piegare il vostro braccio, a discendere a terra. Escavando terreni per piantagioni o per fondamenta, si trovano spesso a profondità sorprendenti, (perchè in mezzo a suolo intatto, o, come chiamano, vergine) pezzi di mattoni o altri corpi evidentemente artificiali. Certo l'acque ponno averli aiutati a penetrare a quelle profondezze; ma senza pur quell'aiuto, essi stessi, volgendo lunghi anni, a poco a poco insensibilmente pigiano e perforano il suolo, se circostanze contrarie non avversino quella loro perpetua insistenza.

L'aria è tranquilla, voi rimirate alcuni pomi pendenti da un ramo, immobili; ecco materia inerte ed in istato di quiete. Lo stesso direte del ramo, il quale è immobile, inerte, ed in quiete, ma intanto continuo risente lo sforzo che incessante

esercitano quei pomi per cadere. È pur in quiete l'albero che porta il peso del ramo, e il suolo che sopporta quello dell'albero. Ma intanto e oltracciò pomi, rami, albero e suolo sono uniti alla Terra, e con questa in moto attorno a se stessa e attorno al Sole.

1966. **Quiete** adunque ed **inerzia** sono radicalmente una falsa apparenza, ed in significato assoluto punto non competono alla materia, cui ponno solo attribuirsi in senso relativo ed astrazion fatta dalle due forze fisiche della Natura, *attrazione* e *impulsione*. Tuttavolta seguitando la corrente, faremo uso di questo vocabolo *inerzia* come esprimente quella inattività speciale della sostanza materiale, per cui non può da sè darsi movimento, nè toglierselo quando vengagli da esterna forza comunicato; e chiameremo *quiete* lo stato di riposo in cui però la materia trovasi unicamente per virtù d'*equilibrio*.

1967. **Mobilità** è l'attitudine ad esser mossa che la materia possiede di certo modo in conseguenza della così detta *inerzia* (§ 1964): è la capacità di subire un cambiamento di luogo (1). Essa forma dunque soggetto per noi della MECCANICA AGRARIA o *dinamica* della materia. Qui solo è da farne cenno generico perchè riescano intendevoli i fenomeni fisici di cui ora è parola.

1968. **Equilibrio** non è da confondere colla *quiete*, la quale si considera (§ 1966) come la *permanenza naturale d'un corpo nello stesso luogo*. Invece l'*equilibrio* è la *permanenza medesima conseguente nei corpi dall'essere sollecitati al moto da più forze che scambievolmente s'elidono.*

Statica è quella parte della Meccanica, il cui soggetto è l'*equilibrio* dei corpi.

Dinamica l'altra di cui forma subbietto il *moto*.

Camminano due bovi tirando il carro: la *mobilità* cui ora si accenna non è quella facoltà dell'animale di muoversi, ma quella che ha il suo corpo morto o vivo, ed il carro, di esser mosso. Nel qual senso è mobile anco la montagna: se in fatti l'acque ne corrodano il piede, vediamo staccarsene enormi pezzi, e l'esempio di frane e smottamenti non è che troppo frequente.

1969. **Moto o movimento** non esiste senza intervento di *forza*, agisca poi dessa mercè d'un impulso primitivo, o d'una serie successiva d'impulsi. Diverse *forze*, o diversi modi d'azione delle medesime, determinano vario stato nella materia, e cambiamenti temporanei diversi. Ma non sono che fenomeni di movimento, per quanto diversi accadano gli effetti da diverse forze prodotti. I quali effetti sono però vincolati alle leggi seguenti:

1970. 1ª LEGGE. *Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto nella direzione in cui ha cominciato a muoversi finchè non è disturbato da altra forza.* Questa verità dimostrata da GALILEO ne dà la ragione per cui se un uomo correndo, lancia una palla in aria verticalmente, essa gli ricade pur da piedi: perchè

---

(1) *Il moto più propriamente* è lo stato d'un corpo che viene successivamente trasportato in *differenti luoghi dello spazio*, (MAIOCCHI, *Elem. di Fisica*, Ediz. cit. vol. I, pag. 119). *L'atto per cui un corpo passa da un luogo all'altro* si chiama *moto*. (GIULIO, Sunto delle Lez. di Meccanica appl., TORINO G. POMBA, pag. 12).

un corpo ch'abbia un moto comune con un altro, ancorchè se ne disgiunga, conserva il moto, appunto come la detta palla, benchè salga in alto, non perde quel suo moto orizzontale.

2ª LEGGE. *Ogni cambiamento di stato di quiete o di moto, è proporzionale alla forza che lo produce.* Ma la direzione del movimento si modifica secondo la risultante delle due direzioni: così la palla or ora memorata non ascende, e discende secondo una verticale, ma secondo la risultante della verticale colla orizzontale da cui era investita.

3ª LEGGE. *La reazione è eguale all'azione.* Se un uomo sopra una barca tira con una fune altra egual barca, amendue le barche s'accostano, cioè, tanto quella in cui sta la potenza o forza motrice come l'altra; la prima direbbesi *agente*, la seconda *reagente*.

1971. Se non esistessero ostacoli e resistenze di veruna specie, per la 1ª LEGGE un corpo, ricevuto un impulso, dovrebbe muoversi in perpetuo. Questo negli spazii dell'universo s'avvera, e l'impulsione de' globi celesti è quella ricevuta nella creazione, e da loro permanentemente conservata, benchè la forza d'attrazione incessantemente ne modifichi la direzione verso centri speciali. Ma nella Terra quella stessa forza che sospinga una palla per farle percorrere un dato spazio sul piano d'uno stagno agghiacciato, non produce la metà o il terzo d'effetto se la palla debba correre sul terreno.

1972. Diffusione del movimento. Per muovere una palla non è già necessario imprimere tal colpo che percuota contemporaneamente tutti i punti della sua periferia. L'asticciuola colpisce la palla nel giuoco del bigliardo in un punto, dal quale il movimento si diffonde a tutte le molecole della biglia. Nel cannone la massa gassosa che ne lancia la palla, urta soltanto il suo interno emisfero, e da questo a tutta la massa della palla quell'impulso si estende. Osservando nel partire un convoglio di strada ferrata, può vedersi (o sentirsi, entro standovi), che la locomotrice si sposta, e successivamente ogni veicolo, o vuoi dire *vagone*, ma trascorrendo un tempo apprezzevole tra loro: e questo, ancorchè sieno tesi i fermagli onde i veicoli l'un l'altro si traggono. Sedendo anzi nella vettura, al primo dipartirsi con qualche velocità, risentesi un piccolo urto dalla parete di dietro contro la schiena, e il fermarsi improvviso fa che chi sta in piedi entro la medesima; se non s'attenga di qualche modo, è spinto all'innanzi.

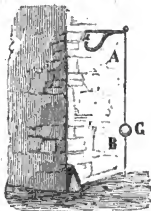
Da' quali esempi volgari, deducesi che tempo occorre perchè il moto a tutta la massa d'un corpo si diffonda. Una palla di fucile può forare un cristallo senza ch'e' si fenda; se la palla lo colpisse con minore velocità lo frangerebbe. Gli è il motivo nel primo caso perchè la palla sì veloce trasporta seco le molecole che incontra nel vetro, che non riman tempo da trasmettere l'urto, e movimento da esse ricevuto, alle molecole vicine.

Fig. 498

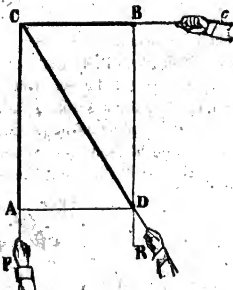
1973. Si appoggi un bastone ben secco ed appuntato ne' due estremi su due bicchieri d'acqua (fig. 498); dando con grave mazza un violento colpo sul mezzo del bastone, si spezza senza che nè bicchieri, nè acqua ricevano moto, nè le punte di quello si rompano.

Ad un filo A (fig. 499) capace di reggere 5 chilogrammi di peso, appendasi un grave G pesante alcun poco meno, attaccandovi sotto altro egual filo B. Tirando questo lentamente, rompesi il filo A. Ma se diasi violenta strattà al filo B, questo schiantasi, e il filo A resta intatto.

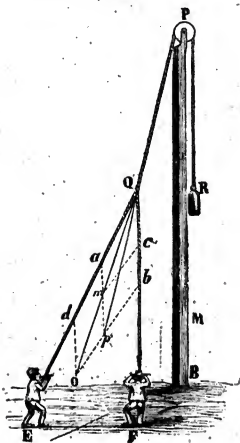
Fig. 499.

Camminando sopra luoghi torbosi o arrendevoli, convien farlo velocemente per non dar tempo al terreno di cedere, ed al piede di profondare. Quando si possedesse celerità in guisa che l'acqua non avesse tempo di ritirarsi, si potrebbe correr su di essa. Locchè sarebbe un vero prodigio, ma porge idea della necessità del tempo per la trasmissione e diffusione del movimento.

Per le quali cose comprendesi perchè molte volte due cavalli ardenti slanciandosi per ispostare un carro, rompono le tirelle senza che il carro si muova.

1974. Moto composto chiamasi quello risultante da più forze che sollecitino un corpo con diverse direzioni. Le quali deono fare angoli uguali tra loro quando le forze sono ugualmente intense, com'emerge dall'applicazione del Teorema riportato nel § 1088. Nel CAPITOLO seguente dimostreremo che se due forze F e *c* (fig. 500) rappresentate dalle due rette C A e C B sollecitano un punto C a muoversi, esso il farà come se fosse sollecitato dalla sola forza R rappresentata dalla retta C D. Quelle rette C A, C B e C D non indicano soltanto la direzione, secondo cui ognuna di quelle forze farebbe muovere il punto materiale C, ma colla loro lunghezza sono in proporzione tra loro, secondo la particolare intensione di ciascuna. Esse esprimono di certa guisa il cammino che farebbe quel punto C in un dato tempo, se ubbidisse ad una sola di quelle forze. Ora che ci rappresenta essa la C D se non la diagonale del parallelogrammo (§ 1211) costruito sulle due rette C A e C B? E questo è quel celebre parallelogrammo delle forze di cui vedremo non poche applicazioni.

Fig. 500.

Per esporne una alquanto sensibile, supponi di osservare due operai, A e B (fig. 501) che tirino nella fune P Q per sollevare il peso R della berta P M. Situandosi in modo da riconoscere se il cavo P Q, discendendo, cammina sempre nella stessa direzione P p secondo un piano verticale, giudicherai che i due operai lavorano con eguali forze. Le quali puoi ad esempio rappresentare colle due eguali lunghezze Q a, e Q b, e compiendo il parallelogrammo Q a p b, la diagonale Q p indica la risultante delle eguali forze E ed F. Se invece F tirasse meno di E, questa forza dovrebbe rappresentarsi per Q $c <$ Q a, e il cavo PQ nel discendere seguirebbe la traccia della diagonale Q m, non più in direzione della P Q. Lo stesso accadrebbe supponendo ad E una forza Q d maggiore della Q b esercitata da F,

come dimostra l'altro parallelogrammo Q d O b colla diagonale Q O. È ben chiaro

Fig. 501.

che i due uomini deono essere collocati in punti E ed F equidistanti per ogni verso dall'albero P M della berta.

Se invece di due sole forze n'avessimo tre, sei, dieci ecc.? Abbiatene anco venti; ad ogni due sostituite la sua diagonale risultante, poi ad ogni coppia di diagonali, considerandole per due forze, la diagonale che può derivarsene, e via dicendo finchè ridurretevi ad una sola che tutte le rappresenti.

Il punto O (fig. 502) è sollecitato da A con forza raffigurata dalla O a: da B colla O b: da C colla O c: e da D colla O d. Delle due O d ed O c composto il parallelogrammo OdMc, rilevo la risultante OM: questa colla Ob, mercè il parallelogrammo O M N b, mi fornisce la O N, la quale composta colla O a nel parallelogrammo OaNX, mi dà per ultimo la OX che sarà la risultante di tutto quel sistema di forze. Cioè nel mentre O mosso dalla sola forza A sarebbe pervenuto in a percorrendo quella direzione O a, ovvero per la sola forza B avrebbe percorso la O b e via dicendo, invece simultaneamente investito da tutte quelle quattro forze percorrerà quella rinvenuta linea O X.

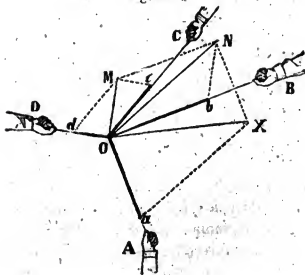
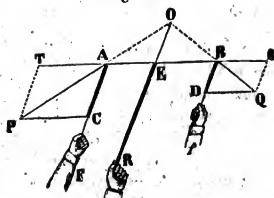



Fig. 502.

Se pur fossero le direzioni di cotali forze secondo linee parallele?

Impossibile allora formare il parallelogrammo perchè non han punto ove s'incontrino (§ 1029). Ma noi possiamo considerare le due forze parallele A C e BD della fig. 503, siccome unite dalla A B che congiunga i punti A e B cui sono applicate. Aggiungansi due forze eguali ed opposte SB e TA a que' due punti; i loro effetti mutuamente elidendosi, non ne risulterà veruna alterazione in quel sistema composto così di quattro forze A C, A T, B D e B S. Ma queste ponno sostituirsi colle due sole diagonali A P e B Q: le quali prolungate concorreranno in un punto O, e da questo guidando una O E R parallela alle due forze date, segnerà in E il punto cui applicando una R E eguale alla somma di A C + B D, offrirà in essa la forza parallela risultante dalle due che furono proposte, come sarà meglio chiarito nel CAPITOLO che segue. Ove si contemplerà pure il caso che le due parallele agissero in senso opposto: caso nel quale la risultante sarebbe eguale alla differenza tra le due forze medesime.

Fig. 503.

1975. Della **Velocità** sarà pur discorso nel citato CAPITOLO. Ora compiefarsi per così dire un'idea sull'estensione dei limiti delle velocità di corpi noti, cominciando dalle minime (1).

		Lunghezza in metri percorsa in un minuto secondo
1.	Velocità della punta della lancetta delle ore (lunga 15 millimetri) percorre . . . . metri	0,0000022
2.	» detta dei minuti (lunga 20 millimetri) »	0,0000035
3.	» del soldato al passo ordinario . . . »	0,80
	» » al passo accelerato . . . »	1,10
4.	» del bue lavorando . . . . »	0,80
5.	» del cavallo al passo . . . . »	1,50
	» » al trotto . . . . »	3,00
	» » al galoppo . . . . »	5,00
	» » alla corsa . . . . »	10,00
6.	» delle correnti acque ne' fiumi (media) da 0,5 a	2,50
7.	» del vento debole . . . . »	2,00
	» del vento fortissimo . . . . »	15,00
	» dell'uragano. . . . . »	45,00
8.	» dei piroscafi . . . . 3 a	7,00
9.	» delle locomotrici sulle strade ferrate . 4 a	30,00
10.	» iniziale delle palle da fucile . . . . . »	370,00
	» » da cannone . . 540 a	830,00

(1) Questi dati vengono comunemente preferiti: se ne apprezzerà l'esattezza nel seguente CAPITOLO.

11.	»	del suono nell'aria a temperatura di 0 . . »	333,00
12.	»	della Terra nel suo moto diurno all'Equatore »	465,10
	»	» detto, a Torino . . . . . . »	329,00
13.	»	» del suo centro nel moto annuo intorno al Sole . . . . »	30538,50
14.	»	della luce . . . . »	310998000,00

Si è detto di quanto la velocità del telegrafo elettrico superi quella della luce (1942) e d'altronde per l'altro estremo hannosi *cronometri* che segnano le sessantesime parti di minuto secondo, ecc. Dipoi s'avrà l'uopo degli esposti numeri: intanto fatta la debita eccezione per le indicazioni 3, 4 e 5 procedenti da forze animali, della 7ª e della 11ª che ponno derivare da varie cause, e della 6ª, dipendente dalla gravità e attrazione, notiamo tutte le altre appartenere ad effetti della forza ch'abbiamo chiamata d'*impulsione*, come verrà in suo luogo dimostrato. È poi inutile avvertire che in fuori delle velocità segnate sotto i numeri 1, 2, 12, 13 e 14, l'altre sono medie e variabili.

1976. Della forza centrifuga è necessario una idea preliminare, da svilupparo dipoi nel seguente CAPITOLO. Chi non conosce la fionda? La pietra D gira intorno alla mano M (fig. 504) descrivendo il cerchio *m m m*: più rapidamente essa gira, e più il filo D M si tende. Ora se la pietra si liberi da quel filo, non più seguiterà movendosi per quel cerchio, ma si slancierà verso C per la direzione D C, cioè per una tangente al circolo *m m m* in quel punto D, o altro qualunque donde scappi dal ritegno del filo. E procederebbe per una linea retta se gli durasse l'impulso della forza motrice; e se non fosse dal suo peso sollecitata a piegare verso terra. La pietra dunque fa uno sforzo continuo per allontanarsi da quel centro M; e quello sforzo dicesi forza *centrifuga* ed equivale alla tensione del filo per rattenere la pietra unita a quel centro.

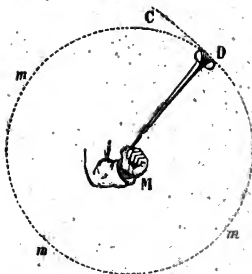



Fig. 504.

Ma di ciò meglio, come avvertii, al Capo successivo, dove s'epilogano l'altre nozioni *statiche* e *dinamiche*, cioè relative all'equilibrio ed al movimento.

[2] Attrazione.

1. *Attrazione universale.*

1977. Quattro specie d'attrazione. Se in quella congerie d'*atomi*, *enti* e *monadi*, fig. 496, intervenga la forza d'attrazione, quali ne saranno gli effetti? 1° essa unirà di quegli elementi tra loro in varii gruppi; 2° questi gruppi, cioè le molecole, tenderanno ad unirsi e formeranno i corpi; 3° questi corpi tenderanno ad un centro che sarà quello della Terra; 4° questo centro,

ossia la Terra, sarà vincolato al centro principale di sua attrazione ch'è il Sole. Quindi quattro diversi nomi dell'attrazione a seconda della situazione e modo d'esistere delle varie *sostanze*; e sono i seguenti:

1° Quando tra corpi celesti si contempla, ha nome d'*universale attrazione* o anco di *gravitazione*; essa regge il moto della Luna attorno alla Terra, quello della Terra e degli altri pianeti attorno al Sole: e forse del Sole col suo sistema, attorno altro incognito centro.

2° Quando tra la Terra e le sue parti qualunque, chiamasi *gravità*: questa vincola ogni corpo materiale ed organico al centro del pianeta cui appartiene.

3° Quando tra le molecole intime de' corpi, *attrazione molecolare*, distinta in *coesione* ed *adesione* ecc.: questa ha pur luogo tra le molecole materiali e gli atomi della *sostanza eterea*.

4° Quando tra gli atomi, *affinità*. A questa si coordinano la forza *catalitica* del BERZELIUS, ossia le azioni così dette di *contatto*, di *presenza* ecc. coll'intervento della forza d'*impulsione*, come sarà detto in acconcio luogo.

Agiscono esse diversamente? sono realmente queste quattro specie d'attrazione quattro forze diverse, ovvero quattro modificazioni d'una identica forza? Non pochi scienziati reputano che i fenomeni prodotti dall'*affinità* (la quale considerano solo tra le molecole, e forma il subbietto della CHIMICA) e quelli anco in gran parte dell'attrazione molecolare non rispondano a capello alle leggi generali dell'*attrazione universale*, al che però, anco per la regola del § 1931, non saprei concordare, e ne sporrò le ragioni.

1978. Avvertenza. Qui pure nella data specificazione, vo' contro corrente; dunque a mia buona coperta mi spiego.

È per virtù di *coesione* che il ferro s'unisce al ferro, il piombo al piombo: cioè corpi *omogenei* (1) unisconsi in masse *omogenee*.

È per virtù d'*adesione* che il quarzo, la mica, il feldspato stanno nel granito: cioè corpi *eterogenei* s'uniscono in masse *eterogenee*.

È per virtù d'*affinità* che il rame s'unisce collo zolfo, componendo un terzo corpo che dicesi solfuro di rame, cioè corpi *eterogenei* s'uniscono in masse *omogenee*.

Per questa distinzione egualmente chiara che giusta (2), non potendosi supporre vera *omogeneità* in masse composte di *molecole eterogenee*, e d'altronde la Chimica occupandosi anche della natura stessa de' corpi semplici, operando sulla loro *atomica* struttura, ne consegue perciò, come sarà dimostrato nel seguente CAPITOLO X, quella definizione dell'*affinità*, cioè di *attrazione* fra gli *atomi*, quale l'ho nel § 1977 determinata.

Attrazione e impulsione. Lo stesso NEWTON (3) avvertiva ne' suoi

---

(1) *Omogeneo*, della stessa natura, da ὁμος *simile*, γενεσις *generazione*: ed *eterogeneo, di diversa natura* da ἕτερος, *diverso ecc*. V. § 32. CAP. II.

(2) SOBRERO. Manuale di Chimica appl. alle Arti. Torino 1851; pei *Cug. Pomba*, nel V. 1, pag. 3.

(3) Il sistema dell'attrazione, oltrecchè antiveduto anche dall'YAVAN-ACHARYA ed altri antichi già ricordati, a stima di monsignor FABBRONI sarebbe stato conosciuto da LORENZO BELLINI, nato però in FIRENZE del 1643 e morto del 1704, famoso nell'anatomia e nella medicina. TIRABOSCHI *Storia della Lett. Ital.*, VENEZIA 1796, Tomo VIII, pag. 289 in nota. E ciò anco in aggiunta alla nota del § 1907.

Principii, che servivasi indifferentemente delle parole *attrazione*, *impulsione* e *propensione*: che le forze *centripete*, da lui considerate come altrettante attrazioni, erano assai probabilmente vere *impulsioni*. Ho procacciato anche nel § 35 (al II° CAPITOLO del presente LIBRO), di far comprendere che più volte i fenomeni attribuiti ad una forza di *repulsione* ponno spiegarsi quali semplici effetti dell'*attrazione*. Quantunque però le accennate riserve del NEWTON, e le opinioni di alcuni altri fisici (1) suppongano l'*attrazione* effetto d'*impulsione*, desidero che in questo luogo sia ben chiara, com'io la comprendo, la differenza essenziale tra queste due forze o potenze che dir si vogliano. L'*attrazione* (generale tendenza o *conatus accedendi*) è per così dire il legame universale della materia (§ 35): l'*impulsione* invece è il *movimento* (§ 37), senza del quale la materia per la sola forza d'*attrazione* non si comporrebbe che in nuclei, o masse inerti e compatte. L'*impulsione* è quello spirito sottile che si trova nei VEDA e loro commentarii quando produce gli effetti o fenomeni, ivi attribuiti, secondo WILLIAM JONES, alla *repulsione*. Riconsideriamo l'edificio che l'incendio divora (§ 30) e per l'aere sperde e dilegua. È l'*impulsione* cui diciamo calorico, che disordinata e violenta ha scomposto que' corpi; e l'*attrazione*, ove l'*impulsione* temperata s'attenui, da que' dispersi atomi ricomporrà nuovi corpi. Un'idea volgare, ed abbastanza, pe' tempi di LUCREZIO, accettevole, può farsi del volitare di minuti frammenti di materia per l'aere, da questi suoi versi (2):

Immagine simil davanti agli occhi—Sempre, qual mi sovvien, di noi s'aggira,
Oscura abitazion qualor penetra — Della sua luce il Sol; vediam nel voto
Che fende il raggio suo minuti corpi — Variamente mischiati a mille a mille;
E, come se fra lor sia guerra eterna,—Senza posa assaltar, pugnar a schiere,
Or accozzati, ed or rispinti lungi,— Comprenderai da ciò qual sia degli atomi,
Il muoversi nel voto.

Certamente incompiuto, tenuissimo esempio; da cui però non impossibile sollevarsi colla mente (3) all'immenso ed al vero.

1979. Per le quali quattro specie d'attrazione che n'avvien'egli?

Riguardiamo a una zolla di terreno: separandola quanto possiamo coi mezzi fisici e chimici, troveremo: 1° gruppi d'atomi di calce, d'argilla, di silice ecc. tra loro connessi in molecole mercè l'*affinità*: 2° queste molecole mercè l'*attrazione molecolare* ossia la *coesione*, verranno legate insieme per formare quella zolla, e le acquisteranno consistenza e figura: 3° questa zolla starà unita alla Terra, e staccatane tenderà sempre per la *gravità* a ricadere sulla mede-

---

(1) Non è guari, il DE TESSAN, valendosi de' concetti del DESCARTES, dell'HUYGHENS, dell'EULERO, dell'YOUNG, del FRESNEL sulla teoria della luce, e d'altri del LAMÉ e del CAUCHY, ha preteso dimostrare che realmente le molecole de' corpi non s'attraggono l'une coll'altre, ma sono spinte le une contro le altre dall'etere che le circonda. *Conséquence forcée*, dice il D'ORBIGNY, *de la théorie des ondulations*.

(2) LUCREZIO *de Rer. Nat.* Mi valgo della citata traduzione, benchè sia molto inferiore all'originale, *Cujus uti memoro, rei simulacrum et imago* ecc., Lib. II, v. 111, ecc.

(3) *Dumtaxat rerum magnarum parva potest res*
Exemplare dare, et vestigia notitiai.
LUCRET. ib. v. 122, ecc.

sima: 4° insieme colla Terra sarà congiunta al movimento di questa, che in virtù dell'attrazione universale tenderà continuo verso del Sole.

Un atomo adunque 1° attrae ed è attratto dagli atomi vicini; 2° come parte di molecola attrae ed è attratto dall'altre molecole: 3° come parte del corpo attrae ed è attratto dalla Terra; 4° come parte della Terra è attratto dal Sole.

Per la 1ª forza esso può staccare da una molecola un altro atomo, o da questo essere staccato dalla molecola cui è aggregato: e ciò costituisce la categoria de' fenomeni di cui s'occupa la CHIMICA (1): per la 4ª com'ho detto hanno luogo quelli di cui tratta l'ASTRONOMIA.

2. *Gravità.*

1980. Gravità vuol dunque dire *attrazione* speciale esercitata dalla Terra sui corpi terrestri, in virtù della quale *ogni corpo cade o tende a cadere verso la Terra.*

L'aria stessa è soggetta a questa forza, nè gli antichi il disconobbero (2); e LEONARDO DA VINCI dal peso dell'aria dedusse la spiegazione dell'ascensione de'corpi nell'atmosfera (3). Furono immaginate molte ipotesi per ispiegare il fenomeno della caduta de' corpi. Noi vedremo come sia dipendente dall'attrazione, nel breve studio da farne con quest'ordine:

I. *Direzione;*
II. *Punto d'applicazione nei corpi, ossia centro di gravità;*
III. *Leggi onde la sua azione è governata;*
IV. *Dipendenza dall'universale attrazione.*

1981. I. Direzione della gravità. Cade un pomo dall'albero: esso arriva in terra percorrendo la linea che sarebbe indicata da un filo, per un capo attaccato al punto d'onde il pomo è caduto, e per l'altro teso da un piombo. La differenza tra *verticale* e *perpendicolare* (§ 1101) abbastanza ci avverte che quella linea percorsa dal pomo è dunque una *verticale.*

Indagando il piano cui sia perpendicolare quella verticale, noi lo troviamo negli specchi d'acqua tranquilli, come offrirebbe il mare in calma assoluta, e così un lago, o stagno, sino al poco liquido che in picciol vaso riposi. Dal che nasce la conseguenza utile in pratica, che volendo formare un prato irrigabile, a modo che l'acqua vi si espanda sottile ed eguale da per tutto, fa mestieri ridurlo in un piano, al quale il filo a piombo sia in ogni punto esattamente perpendicolare.

Ma se questo prato fosse esteso qualche chilometro quadrato, esso presenterebbe non più un perfetto piano, ma una superficie leggermente convessa. E tuttavia irrigandolo, l'acqua lo inaffierebbe egualmente sottile in ogni suo punto. Or come può egli questo accadere?

---

(1) La diffinizione della CHIMICA il dimostra, quando si ammette ch'essa *è la scienza che studia la natura* INTIMA *de' corpi* (SELMI. Principii Elem. di Chim. minerale. TORINO 1850), o più generalmente *della materia.*
(2) SENECA VII, cap. 22 e IV cap. 10. ARISTOTILE De part. anim. II, cap. 2.
(3) G. LIBRI Hist. des Sc. Mathémat. T. III, pag. 43,

1982. Quell'esteso prato formerebbe una superficie leggermente convessa, appunto perchè la superficie dell'acqua stagnante non è rigorosamente piana, come può rilevarsi in grandi estensioni di liquido, cioè nel mare. Questa superficie per ragione idrostatica, da vedere a suo luogo, dee avere ogni suo punto egualmente distante dal centro d'attrazione, ossia da quello della Terra: non può dunque offerire che porzioni di superficie sferica. Fo supposito di scorgere nella fig. 505 una sezione di parte del globo terracqueo, dove A F B rappresenti il fondo del mare e C il centro della Terra. Da questo punto parte, e ad esso dirigesi la forza di *gravità*, e come s'è fatto al § 1974, raffigureremo mercè linee, o raggi che partano dal centro C, l'azione di cotesta forza, e non essendovi ragione per cui sia più intensa verso un punto *m* qualsisia od altri *n*, *o*, ecc., cotali linee saranno tutte eguali, e que'punti necessariamente costituiranno una superficie sferica (§ 1676). Ciò dimostra inoltre che se i corpi cadono per forza di *gravità*, deono cadere secondo le direzioni di que' raggi C*m*, C*n*, C*o*, ecc., ed un pendolo sospeso in *b* cadrebbe in B, uno in *a* distenderebbesi lungo l'*a* A.

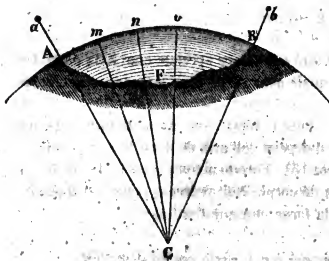



Fig. 505.

Rigorosamente parlando, due muri a piombo non sono paralleli perchè prolungati s'incontrerebbero nel centro della Terra: ma quando non sono molto distanti tra loro si considerano come paralleli, mentre posti lontanissimi per esempio come in A e B, evidentemente convergono.

Tornando al supposito del prato estesissimo o meglio del mare, avendo dichiarato (§ 1981) che la sua orizzontal superficie dee essere normale alla verticale del piombino, se questa verticale ad ogni punto, avvegnachè impercettibilmente, pur converge coll'altre verso il centro della Terra, l'unica superficie che possa presentarsi normale al pendolo in qualsiasi punto è la sferica, perciocchè sia questa (§ 1684) continuatamente normale ai suoi raggi.

Rifletta anche l'agronomo che la verticale è la traccia lungo la quale cadono i corpi verso il centro della Terra, ma dee pur farsi calcolo del di lei moto rotatorio e di traslazione. Scendendo il corpo, intantochè cade, il punto ch'è piede della verticale (§ 1092) si trasporta in avanti: ma come s'è chiarito al § 1966 il corpo stesso ha eziandio que'medesimi moti, e perciò cade realmente per una linea divergente dalla direzione di quei raggi C*m*, C*n*, ecc. su dichiarati. Il corpo che dovesse cadere da P (fig. 506), se la Terra non si movesse, cadrebbe in T; ma esso è animato da una forza di gravità, per es. PG, e dall'impulso della Terra qual esprimerebbe PR; è lo stesso che se una sola forza (§ 1974) lo traesse in *a*: ivi le forze medesime *ag* ed *ar* in un altro istante lo fanno giugnere in *h* e così di seguito sino a un punto *t* che nello spazio è diverso dal punto T. Ma se quel

peso P era ad esempio fisso a una distanza PS dal muro SM, e dopo caduto, rilevo che toccò la terra nello stesso punto T a distanza TM eguale a PS, non avrebbe dunque dovuto colpire in quel punto *t* tanto più discosto dal muro M? Il rispondere agevole, perciocchè mentre P giugneva in *t*, il punto T della Terra per l'egual mossa PR + *ar* + *bn* + *cp* s'è trasferito in *t*.

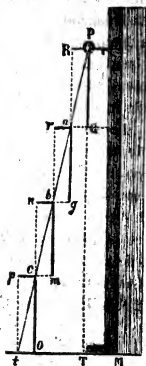
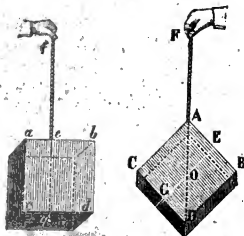
Fig. 506.

1983. II. Centro di gravità. Il corpo cade per la cagione, ossia per la forza che indurrebbe ciascuna sua molecola o punto materiale a cadere. Queste azioni della *gravità* sono dunque come tanti piombini attaccati coi loro fili a tutti i punti della materia, o vogliam dire si rappresentano come tante linee parallele che tirano que' punti verso il centro della Terra.

Si può quindi considerare il corpo grave come investito da tante forze parallele. Ora qualunque sistema di forze parallele è rappresentato da una risultante (§ 1974) e la medesima passa per dato punto cui si considera applicata. Questo punto, centro delle forze parallele, è il *centro di gravità* del corpo. E l'effetto della *gravità* è distrutto quando si applichi a cotesto punto (§ 1974) una forza in senso contrario alla direzione della *gravità* medesima. Perchè un corpo non cada, si può reggerlo sovra un punto d'appoggio, o talora sospenderlo con un filo. Il centro di gravità si troverà sempre nella verticale che passa pel punto d'appoggio, o nella linea di quel filo, in qualunque punto del corpo s'applichi quell'appoggio o quel filo.

Dunque il corpo *a b c d* (fig. 507) sospeso col filo *f* ha il suo centro di gravità nella direzione o linea *e g*. Se il sospendo per l'angolo A, lo avrà nella linea A D. Ma se E G rappresenta quella prima direzione *e g*, acciocchè il centro di gravità possa trovarsi nella *e g* ed in pari tempo nella A D, l'unico modo sarà ch'esso sia nel punto O, intersezione delle due accennate linee, ed unico punto comune ad amendue.

Fig. 507.

1984. Ne' Corpi omogenei, e son quelli in cui la materia è uniformemente disposta (§ 32), quando abbiano forme regolari, il *centro di gravità* corrisponde al centro geometrico (§ 1584) della loro figura (1). Il centro di gravità d'un cir-

(1) ARCHIMEDE avea creato la Statica mercè il principio della leva, e la determinazione del *centro di gravità* delle figure piane; e' ne conobbe la posizione nel *paraboloide* di rivoluzione. LEONARDO DA VINCI, il primo tra i moderni ad occuparsi del *centro di gravità* de' solidi, lo determinò nella *piramide*. MAUROLICO del 1548 lo precisò nuovamente, com'ebbe a convenirne il COMMANDINO nel suo Trattato, *De centro gravitatis solidorum*.

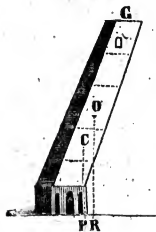
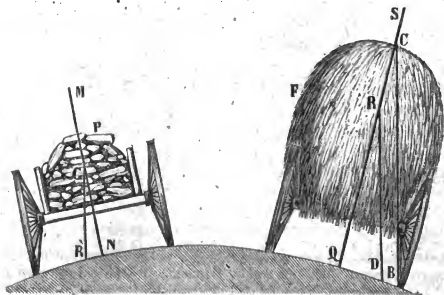
colo o d'una sfera, è al loro centro. Quello d'un triangolo è sulla linea condotta da un vertice alla metà della base o lato opposto, ai due terzi d'essa linea partendo dal vertice: e quello d'una piramide (§ 1543) o d'un cono (§ 1644) si ha indagando il centro di gravità di essa base, e conducendo a questo punto una linea dal vertice della piramide o del cono: il loro centro di gravità è ai tre quarti di questa linea contando dal vertice. Quello d'un parallelogrammo è al punto d'intersezione delle due diagonali (§ 1215): e quello d'un prisma (§ 1555) è alla metà della linea che congiugne i due centri di gravità delle sue basi.

Le quali determinazioni si fondano sul supposito di un sistema di parallele tirate per tutto il volume del corpo, i cui punti di mezzo sieno tutti nello stesso piano: immaginando due altri piani che passino pe' punti di mezzo di due altri sistemi di parallele, il solo punto in cui s'intersecano, punto unico comune a tutti e tre i piani, è quello in cui sta il centro di gravità di quel corpo: e risponde giusto a quelli su indicati per la sfera, per la piramide ecc. Lo che non richiede altro chiarimento per chi non s'ebbe increscevole por mente e ingegno al CAPITOLO precedente.

1985. Esempi. La stabilità d'un corpo perchè non si rovesci nel piano su cui appoggia, dipende dalla posizione del suo *centro di gravità* rispetto alla sua base. Il campanile di PISA e la torre Garisenda di BOLOGNA stanno quali si veggono, perchè la verticale che passa pel loro centro di gravità, suppongasi C P nella figura 508, sta entro la sua base. E ciò perchè i muri essendo più grossi assai nel fondo che alla cima della Torre, il suo centro C di gravità, trovasi a un terzo circa della sua altezza. Che se que' muri fossero tutti d'egual dimensione, il centro di gravità troverebbesi più alto, ad esempio in O, e la verticale da questo punto abbassata sortendo dalla base col suo piede R, la Torre rovescierebbe.

Fig. 508.

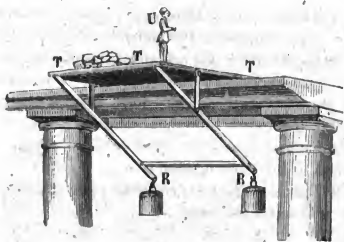
È facile comprendere che aumentando l'altezza della Torre il centro di gra-

Fig. 509.

vità C traporterebbesi in O ed accadrebbe lo stesso effetto. Onde la ragione per cui il carro carico di pietre P (fig. 509) non rovescia, ancorchè sia su egual pendìo laterale di strada come il carro di fieno F, che invece poco più ribalterebbe. In quel di pietre, la verticale condotta pel suo centro di gravità G è discosta dalla M N perpendicolare all'asse delle ruote, assai meno che nel carro di fieno la R D (verticale dal suo centro di gravità R) dalla S Q relativa perpendicolare al mezzo tra le ruote.

Quindi manifesto che il centro di gravità è un solo per diversi corpi, quando insieme collegati. L'uomo tiensi ritto quando non ha carico da portare, nel quale caso gli è forza atteggiarsi e valersi delle sue membra in modo che la verticale condotta dal centro di gravità spettante ad esso ed al carico, passi tra suoi piedi. Perciò piegasi con porzione del corpo l'uomo della fig. 510 che reca sul dosso il peso A, perchè in C è il centro di gravità che si sostituisce ai due A e B del sacco e dell'uomo, e la verticale C O scende sulla base di sostenimento d'entrambi nella posizione aggiustata per non cadere.

Fig. 510.

1986. Il centro di gravità rimosso dalla sua posizione ricade sempre nel luogo più basso: d'onde il *sistema del* CARDANO di cui lo ZABAGLIA valevasi in ROMA nella costruzione de'ponti. Il tavolato T T T (fig. 511) sporgente dall'aggetto ivi de-

Fig. 511.

lineato non potrebbe reggersi: ma stabilmente connesso ai pesi R R, non può cadere senza sollevare questi pesi, cioè a dire spingere in alto il centro di gravità di tutto il sistema, altrettanto ingegnoso che in pratica vantaggiosissimo.

Il piu bel segreto della DINAMICA, voglia notarlo l'agronomo, è dovuto al geometra insigne, il BENEDETTI, e sta nel ridurre il movimento d'un corpo a quello del suo centro di gravità; ond'egli spiegava perchè le sfere e i cilindri,

vuoi meglio, le palle, i rotoli, le ruote de' veicoli, il cui centro di gravità non sale quando fannosi rivolgere sovra un piano orizzontale, offrano minori ostacoli al movimento che gli altri corpi (1). Ancora ne conseguita che per imprimere, arrestare, ovvero modificare il movimento d'un corpo, vuolsi promuovere, elidere, ovvero cambiare quello del suo centro di gravità. Ma di ciò, non che degli altri subbietti dinamici, è da intrattenersi nella MECCANICA AGRICOLA.

1987. III. Leggi cui obbedisce la gravità. Dal grande GALILEO fu scoperto quanto di più essenziale si conosce intorno queste leggi.

Perchè la pioggia non offende le piante come la grandine?

Cadendo adunque da eguale altezza corpi di egual volume e di diversa massa, ovvero di egual massa con diverso volume, acquistano eglino diversa velocità, e diverso tempo impiegano nel cadere? Lo che sperimentando, quel sommo italiano, dalla torre di PISA, anzichè indurne dovessero differenti corpi subire in diverso modo l'azione della gravità, sospettò quel che era; cioè la differenza di velocità e di caduta dipendere dalla resistenza dell'aria che naturalmente traversano i corpi nel cadere (2). E più sperienze il comprovano.

1ª SPERIENZA. Facendo cadere entro campana o tubo di vetro priva d'aria, varii corpi disformi di figura, di massa, e di natura, giungono tutti in egual tempo al basso della campana.

2ª SPERIENZA. La disuguaglianza rilevata in due corpi disformi di volume o di massa nel cadere nell'aria, divien maggiore se cadano nell'acqua.

3ª SPERIENZA. Di due eguali dischi di metallo e di carta lasciati in libertà, quello di metallo giugne a terra assai prima dell'altro. Ma se imitando il PREVOST, sovrapponi il disco di carta al metallico, insieme cadono in egual tempo. Quello di metallo vince, e sparmia a quello di carta la resistenza dell'aria.

Queste sperienze deono far comprendere all'agronomo ch'è tutto effetto della resistenza dell'aria se l'acqua di pioggia scende lieve sui vegetabili senza maltrattarli.

Quindi la 1ª LEGGE = *La gravità agisce egualmente sovra tutti i corpi.*

Supponi un corpo composto di 100 molecole, ed altro di 1000, eguali tutte, onde il secondo abbia *massa* decupla del primo. Se, rimossa l'eccezione della resistenza dell'aria, amendue cadendo percorrono in eguali tempi eguali spazii, vuol dire che la gravità attrae questo con forza decupla di quella onde l'altro da lei viene attratto. Il corpo di 1000 molecole avvegnacchè investito da forza 10 volte maggiore, non si muove più veloce dell'altro, perchè la sua massa da muovere è similmente dieci volte maggiore.

Quindi la IIª LEGGE = *La forza risultante della gravità* (o forza motrice) *è proporzionale alla massa del corpo.*

---

(1) BENEDICTI Diversar. speculat. pag. 155 a 159. V. LIBRI Hist. ecc. *loc. cit.* T. III, pag. 123.

(2) LUCREZIO intorno alla caduta de'gravi, spiega perchè alcuni corpi cadano nell'aria più presto che altri, in forza delle leggi idrostatiche:

Omnia quapropter debent per inane quietum
Aeque ponderibus non æquis concita ferri.

De Rer. Nat. Lib. II, v. 238 e 239.

1988. Peso. E questa risultante è precisamente il suo peso. Ma quanto sarà maggiore il volume tanto sarà maggiore la resistenza dell'aria da superare, ossia tanto *peserà* meno un corpo, quanto con egual massa sarà proporzionalmente maggiore il suo volume.

Onde 1° il vero peso d'un corpo è eguale al suo peso apparente, più il peso d'un volume d'aria eguale al suo.

2° per vincere la forza di gravità, occorre una forza inferiore alla medesima di tanto quant'è il peso dell'egual volume d'aria, o di altro mezzo in cui il corpo si trova.

Dunque *gravità*, *peso*, e *massa* proporzionali tra loro: ma non da confondere, perciocchè il *peso* è l'effetto della *gravità* ch'è la causa; e la *massa* non manifesta sempre identico peso. Lo stesso corpo pesa meno alla cima di un monte che al piede, meno all'equatore che ai poli, e ciò in forza della seguente

III. LEGGE. *La gravità è in ragione inversa del quadrato della distanza.*

La dimostrazione troverà luogo nel CAPITOLO della MECCANICA AGRARIA. Un corpo A alla superficie della Terra è distante (1) dal di lei centro 6 400 000 metri (lunghezza del raggio terrestre). Se altro corpo eguale B sia elevato sulla sua superficie di 6000 metri, la sua distanza dal detto centro sarà di metri 6 406 000. Perciò la gravità alla superficie starà alla gravità a quell'altezza nella ragione inversa dei quadrati di quelle distanze dal centro. Laonde

gravità per A : *gravità* per B : : $(6\ 406\ 000)^2$: $(6\ 400\ 000)^2$ ossia

gr. per A : *gr.* per B : : 41 036 836 : 40 960 000 : : 1 : 0,9981.

Scorge però l'agronomo che in pratica è differenza quasi insensibile, perciocchè a 6000 metri d'altezza la gravità non scemerebbe nè meno 2 millesimi. Ma questa minima si fa notevole quando la differenza delle distanze non è sì lieve come tra 6406000 e 6400000, cosicchè se la Luna si accostasse a metà distanza dalla Terra, le maree dell'Oceano travalicherebbero le più elevate montagne.

1989. L'intensione della gravità quale fu misurata dal BORDA del 1790 per PARIGI, di poi confermata anche dal BIOT ecc., e da ultimo dall'ARAGO e dall'HUMBOLDT è di metri 9,8088. Cioè a dire un corpo il qual cada nel vuoto durante un minuto secondo, acquista una velocità per cui percorrerebbe $9^m,8088$ in ogni minuto secondo, se la gravità non avesse più azione su di esso. In altri termini un corpo dallo stato di quiete cadendo nel vuoto, percorre in un minuto secondo uno spazio di metri 4,9044, giacchè la velocità che acquista dopo l'unità di tempo è doppia dello spazio percorso durante la medesima.

1990. La **Bilancia** è lo strumento più comune per determinare il peso dei corpi. Ne vedremo più fogge nella MECCANICA AGRARIA trattando delle *leve*: ora mi limito alla più nota e a quella detta *romana* o *stadera*.

1° La *bilancia ordinaria* componesi (fig. 512) della leva o asta A B, dalle cui stremità pendono due coppe o bacini C e D, ove riporre i pesi ed i corpi da

---

(1) Adopero numero rotondo per facilitare i termini di confronto, trovandosi i numeri precisi al § 1692.

pesare. La staffa $M f$ serve a sostegno dell'asse in cui trovasi il centro del moto, lasciando libero all' asta di oscillare appena s'altera l'equilibrio ne' pesi riposti nelle due coppe. L'ago $g y$ perpendicolarmente infisso nell'asta A B, accusa ogni minimo suo deviamento dalla verticale $M x$, che mobile in M naturalmente ponesi appiombo. Dai § 423, 424, 425 e 431 rimemori il leggitore benevolo quanto gli comple ora in questo subbietto, la cui teorica è come dissi al CAPITOLO successivo pertinente.

Fig. 512.

2° La *bilancia romana* o *stadera* ha diseguali braccia componenti l' asta A B (fig. 513) sospesa pel gancio K: il minore, K A sostiene la coppa C o in sua

Fig. 513.

vece altro gancio per afferrare gli oggetti, la cui pesantezza dee librare il peso costante P scorrente mercè l'anello *a*, lungo il maggior braccio K B.

Nella prima occorre aggiugnere o levar pesi, cambiando gli oggetti da pesare: nella seconda gli è sempre quel peso il quale cambiando le sue distanze *a b c* ecc. dal *fulcro* E soddisfa al pesamento di più corpi entro i limiti di quell'eccesso di lunghezza del maggior braccio sul minore.

1991. Gravità specifica è quella onde si determina il relativo peso di un corpo: quindi

Peso specifico quello de' corpi considerati sott'egual volume. Quando diciamo il fieno pesa più della paglia, la pietra più del terreno, la fava più del frumento, intendiamo sempre sotto egual volume. Ora se il ferro pesa più dello sughero, per aver due pesi eguali dovrò prendere un volume di sughero tanto maggiore di quello del ferro, quanto il peso, sotto egual volume, di ferro, è maggiore di quello, a pari volume, di sughero. Quindi si ha

1° Che i pesi specifici sono nella ragione diretta delle masse ed inversa de' volumi: cioè chiamando S ed s le gravità specifiche, M ed m le masse, V e v i volumi, avremo $S : s :: M : m$ ed $S : s :: v : V$

$$\text{onde (§ 264)} \quad S : s :: \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$$

Se i volumi sono eguali resta $S : s :: M : m$

Se eguali le masse » $S : s :: V : v$

Nel IV Libro vedremo quanto giovi conoscere il peso specifico de' diversi terreni per determinare a dovere la natura (1) o vogliam dire speciale composizione de' medesimi, le loro qualità fisiche essendo i primi elementi da conoscere nella Geonomia (2).

1992. Come dal *peso specifico* si possano desumere i volumi, proferironsene dati ed esempi ai §§ **1607, 1608,** e **1751-55.** Si chiarirà (§ 2056) come le gravità specifiche facciano conoscere le densità de'corpi, essendo queste a quelle proporzionali. L'unità di misura per le gravità specifiche de' solidi e de' liquidi, e quindi delle loro densità desumesi da confronto coll'acqua; e quella de'gas coll'aria. Per quelli dee avvertirsi di pesarli a temperatura costante e stabilita; per questi inoltre sotto determinata pressione.

I metalli palladio e rodio, per estimazione del Breithaupt, sarebbero i corpi noti di maggiore gravità specifica, superando quella del platino, il quale è circa **21** volte più pesante dell'acqua. Il più leggero o men denso ritiensi l'idrogeno, la cui gravità specifica è un quattordicesimo di quella dell'aria. Ora l'acqua è **770** volte più densa dell'aria. Perciò fatto il debito calcolo, si trovano i limiti delle densità de' corpi sin'ora ponderabili, compresi tra **1** e **226380.** La temperatura scelta quando si determinano i pesi, suol essere quella media del clima dove si sperimentano, ovvero quella del ghiaccio deliquescente: la pressione quella di una colonna di mercurio dell'altezza di **760** millimetri, come sarà chiarito descrivendo il *barometro*, mentre parlando de' liquidi si farà comprendere il modo di conoscere i pesi specifici sulla scorta del celebre *principio* d'Archimede.

1993. IV. Gravità e attrazione. Restano da sciogliere, o piuttosto sviluppare maggiormente le seguenti questioni:

1° Da qual punto della Terra emana la gravità?

2° Quale influenza esercita la distanza fra quel punto ed i vari corpi?

3° Come rispondono i corpi alla sua azione?

4° Qual è la relazione tra la gravità e l'attrazione?

Ma coteste disputazioni non riuscirebbero gran fatto di pratica applicazione per gli studii agrologici, oltre quanto se n'è accennato. Sulla 1ª ricerca inoltre è da far motto nella Geologia agraria: intorno la 2ª basta il riflesso esternato al § **1989**: alla 3ª risponde quanto s'è dichiarato sul rapporto colla massa de'corpi e loro peso specifico: giova solo un cenno sul *pendolo*, e brevi parole in aggiunta sulla identicità della gravità coll'attrazione, onde compier quanto della 4ª ricerca pel nostro scopo è da sapere.

1994. Il **pendolo** è in realtà un corpo cadente; benchè per avventura il più semplice istrumento di fisica, serve alle più importanti quistioni che riguardano la gravitazione, e, non ha guari, colla luminosa sperienza del Foucault stimasi avere offerto la dimostrazione della grande sentenza di Galileo, quando trionfalmente inconcusso propugnava che la Terra « E pur si muove ! »

---

(1) Tra i primi a riconoscere l'influenza del peso specifico delle terre nella composizione del suolo, fu l'Otth di Zurich. Mem. della Soc. Econ. di Berna 1761, T. II, p. 2 a p. 664. Ma lo Schübler, valendosi della *decantazione* pose in rilievo l'importanza di questo dato fisico per apprezzare i terreni. *Bibl. Britann.* Agricolt. T. XX, pag. 248.

(2) Il Gasparin vi consacra la 2ª parte dell' Agrologia, Tom. I, da pag. 148 a pag. 184.

Un grave P (fig. 514) appeso alla estremità d'un filo o d'una verga coll'altro estremo applicata ad un punto fisso S, intorno cui possa muoversi perfettamente, ecco il *pendolo*. Perchè competagli nome di *semplice* è mestieri che il filo sia tenue a modo da considerare per nonnulla la sua gravità, sì picciolo il volume del grave e talmente denso, da potersi tenere per un punto materiale. Libero di sè, ponesi il grave nell' appiombo o direzione verticale SP; rimossone, se il ricevuto impulso gli basti, portasi in B, d'onde ricade per la traccia dell'arco BP, ma rimontando mercè l'acquistata velocità sino in C, seguitando quell'arco PC. Giunse in B per quell'urto che vel sospinse, e da B ricadde per lo suo peso, o diciam meglio, dalla gravità richiamato al suo posto d'equilibrio P. Così da C, dove giunse coll'esaurire la velocità di cui era in possessione per la discesa BP, la gravità lo rinvità al punto P: d'onde risale sino in B, ripetendo di nuovo lo stesso movimento d'ascesa e discesa. E 'l continuerebbe indefinitamente, se l'aria e l'attrito del punto di sospensione S, non valessero a diminuirne, e a poco a poco spegnerne il moto.

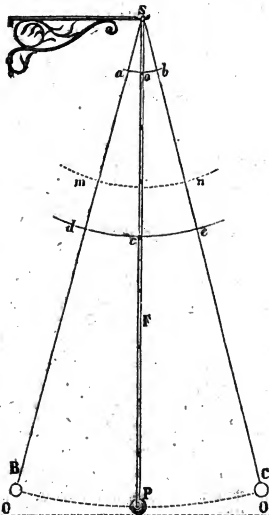



Fig. 514.

Il qual moto alternativo chiamasi *oscillazione del pendolo;* ed *angolo o arco di oscillazione o di elevazione*, l'angolo BSP ossia arco BP da cui è misurata. Distinguesi il punto S per *punto di sospensione*, e per *centro d'oscillazione* quello in cui considerasi il grave quasi concentrato in un punto materiale: la distanza tra questi due punti è la *lunghezza del pendolo.* Allorquando il pendolo *oscilla* per *archi* differenti di piccola estensione, esso impiega, nel percorrerli, un tempo che sì poco varia, da potersi ritenere le sue *oscillazioni* per *isocrone.* Proprietà riconosciutagli prima di tutti da GALILEO, e dipendente dal potersi confondere i piccoli archi di circoli di notevole diametro, coi *cicloidali*, siccome ne insegnerà la MECCANICA AGRARIA.

Col pendolo il NEWTON riférmò la legge scoperta da GALILEO (§ 1979), rilevando che ad onta di sostituire nello stesso pendolo corpi di differente massa, e densità, le oscillazioni si compievano sempre in egual tempo. La sua lunghezza (1) ha servito a constatare la forma schiacciata della Terra: imperciocchè la

(1) Il BORDA fu il primo fisico che fe' dono di un metodo esatto di misurare i pendoli.

lunghezza del pendolo che batte i secondi all'equatore si è trovata di millimetri 991, mentre a media latitudine di 45° è d'uopo si estenda a millimetri 993,5, ed allo Spitzberg (lat. 79°, 49′, 58″) occorre di 996 millimetri.

I. LEGGE delle *oscillazioni* de' pendoli: quelle fatte per archi piccolissimi sono *isocrone*, vo' dire compíonsi in egual tempo.

II. » la durata loro non dipende dal peso, o natura del grave oscillante.

III. » la durata dipende dalla lunghezza proporzionalmente alla radice di queste.

Spiego l'ultima, avendo già dimostrate le altre. Se il pendolo S*o* (fig. 514) sia lungo come 1, il pendolo S*c* come 4, il pendolo SP come 9, le durate delle oscillazioni rispettive sono $\sqrt{1}=1$, $\sqrt{4}=2$, $\sqrt{9}=3$, cioè a dire, il pendolo S*o* fa due oscillazioni per ognuna del pendolo S*c*, e ne fa 3 per ognuna del pendolo SP, ben inteso, ciascun pendolo libero, e indipendente dagli altri due.

1995. La **gravità**, il dissi (§ 1965), è sempre quella stessa *attrazione* universale, onde la materia tutta è investita. Per accertarsene, giova confrontare gli effetti di quella sopra corpi terrestri, cogli effetti della gravitazione ne' corpi celesti.

Lanciata la Luna dall'*impulsione* (§ 1945) è in pari tempo obbligata dalla forza centrale ch'è l'*attrazione* della Terra, a muoversi in un'orbita intorno al centro di questa. Calcolando la sua velocità di rotazione, e le dimensioni della sua orbita, si trova quale spazio essa percorrerebbe cadendo per un minuto secondo verso la Terra, nel supposito che cessasse l'effetto dell' *impulsione*. Cotale spazio sarebbe 3600 volte minore di quello percorso da un corpo cadente in egual tempo sulla superficie della Terra. Ma il corpo è distante dal centro della Terra quant'è il di lei raggio, cioè 1600 leghe: la Luna invece ne dista 60 volte altrettanto, e perciò 3600 essendo il quadrato di 60, dimostra che l'azione della Terra si esercita come *attrazione* rispetto alla Luna in ragione inversa de' quadrati delle distanze, appunto nel modo che ha luogo come forza di *gravità* rispetto ai corpi terrestri posti alla sua superficie (§ 1989). La *gravità* fa cadere il corpo in 1″ per metri 4,9044 (§ cit.), l'*attrazione* farebbe cadere la Luna in egual tempo per uno spazio 3600 volte minore.

Il fenomeno del flusso e riflusso del mare è pure cagionato dall'attrazione della Luna che rendesi sensibile sulle grandi masse d'acqua terrestri, oltre diversi fenomeni di alterazione ne' moti de' corpi celesti di cui tien calcolo l'ASTRONOMIA.

Sarebbe adunque una potenza sola che governando la materia e reggendo gli effetti della general forza d' *impulsione*, genera l'armonia del firmamento, fissando agli astri il loro cammino nello spazio, regolandone i moti, le rivoluzioni, e designando l'orbite da percorrere. Una sola forza mirabile e portentosa che con egual legge comanda agl' infinitissimi atomi ed alle più enormi masse della materia.

1996. **Reciprocanza d' attraimento.** Disse il NEWTON (1), *la reazione è eguale e contraria all'azione* (§ 1970). Il corpo attratto dalla Terra,

---

(1) *Actioni contrariam semper et æqualem esse reactionem.*

per converso attrae egualmente la Terra esso pure: e il CAVENDISH con sottile ingegno ed acconcio apparecchio seppe dimostrarlo, e rifermare la legge che *esiste attrazione tra materia e materia*, e *varia in ragione diretta delle masse de' corpi, ed in ragione inversa de' quadrati delle distanze tra loro.*

Perciocchè la Terra è di massa immensamente maggiore di quella de'corpi che ponno farci sensibili gli effetti dell'attrazione, la preponderante azione di quella soltanto ci appare, e nulla la minima su di lei esercitata dai corpi che attrae. La velocità di due corpi i quali s'incontrino per virtù di scambievole attraimento, è inversamente proporzionale alle loro masse. Un sasso nel cadere sulla superficie della Terra ne attrae tutta la di lei massa: ma la velocità della Terra sarà tanto minore di quella del sasso verso la Terra, quanto è minore della sua massa quella del sasso. Se questi però sia presso altro corpo dotato di massa, considerevole anco in confronto alla terrestre, nel cadere dovrà deviare alquanto dalla verticale.

Per accertarsene basta recare un filo a piombo in vicinanza a grandi montagne, ed esso offre una deviazione dalla esatta verticale. La scoperse il BOUGUER presso il Chimborazo, la rifermarono il MASKELINE e il CARLINI anche con maggiore precisione.

Se un corpo si lasciasse cadere dal fondo di un pozzo, purchè profondissimo, in quel punto così al disotto della superficie terrestre non cadrebbe il corpo coll'aumento di velocità dovuto al quadrato della sua maggior vicinanza al centro della Terra: perchè gli strati di questa superiori a quel corpo, eserciterebbero un'azione da sottrarre alla potenza d'attrazione degli strati inferiori. Cosicchè quanto più profondasse, tanto scemerebbe la massa sottoposta, e l'azione sua, mentre crescerebbe la sovrastante massa e la di lei attrazione. Considerazione questa di momento gravissimo, avvegnachè, s'io non prendo madornal granchio, egli mi pare che getti assai luce sulla pretesa solidità del centrale nucleo terrestre, e sulla formazione di corpi a mo' di dire cellulari, o internamente vuoti che per sola virtù della stessa attrazione molecolare può in molti casi attuarsi.

1997. Mi resta a sciogliere un dubbio. Se la Terra ruota intorno a se stessa, i corpi che stanno alla sua superficie non aderenti ma sciolti ed uniti a lei soltanto pel vincolo d'attraimento cui diciamo *gravità*, perchè non sono scagliati dalla forza centrifuga (§ 1976) da quel rivolgimento prodotta?

Questa forza centrifuga non è sfuggita alla considerazione de'fisici, i quali anzi l'hanno calcolata ov' è massima, cioè all'equatore, ch'eguagli un duecentottanovesimo della gravità totale allo stesso equatore. Laonde pesando ivi realmente un corpo 289 chilogrammi, accenna di pesarne solo 288. Che se la rotazione della Terra, anzichè in 24 ore, si compiesse 17 volte più rapida in minuti 85, la forza centrifuga eguaglierebbe la gravità, e rimarrebbonsi i corpi affatto privi di peso. Perciò i corpi passando dal polo all'equatore decrescono di peso per due ragioni: 1° perchè aumenta sempre la loro distanza dal centro della Terra; 2° perchè la forza centrifuga ne minora l'azione con una intensione ch'è zero nel polo, ed aumenta progredendo verso l'equatore fino all'effetto soprallegato.

3. *Attrazione molecolare.*

1998. Attrazione molecolare. Ravvicinando estremamente tra loro due corpi, attraggonsi in generale con energia superiore anco al loro peso. Ravvicinamento da pareggiare un apparente contatto, e pel quale nell'interno de' corpi quell'attraimento s'esercita fra le molecole o gruppi atomici, componenti que' corpi stessi in virtù di quella forza che dicesi di *coesione* (§ 1977). Se le loro superficie sieno levigate, occorre uno sforzo per separarli, e vincere questo effetto che chiamasi d'*adesione*, mentre l'*attrazione* che n'è la causa dicesi *attrazione molecolare* per non confonderla colla *gravità* o coll'*attrazione universale* nè colla *coesione*, benchè sia sempre la stessa forza, com' addietro s'è detto.

Per la quale *attrazione molecolare* appunto sussistono i diversi corpi con diverse forme, e le molecole loro resistono allo sforzo che voglia disgiugnerle o cambiarne il posto.

Più volte avrà veduto l'agronomo come la terra argillosa sia tenace, e agli strumenti s'appiccichi, massime quando umida, interriando vomeri e vanghe. Più volte avrà veduto immergendo un recipiente qualunque nell'acqua o in altro liquido, escirne bagnato. Or questi effetti come avvengono? Al ferro della vanga o del vomere aderiscono le molecole d'argilla che dal medesimo compresse, vennero a contatto delle molecole del ferro; e vicendevolmente attraendosi, staccansi dall'altre compagne, però traendone seco altre pure avvinchiate per la stessa attrazione. Nella parete del vaso, le sue molecole a vicenda attraendosi con quelle dell'acqua, ne hanno spostato un primo velo di molecole del fluido, il quale però trae con seco similmente altre molecole o gocce. Ma la resistenza che sperimentasi nel sollevare il ferro della vanga o del vomere, e quella ancora, avvegnachè poco sensibile, del vaso nell'estrarlo dall'acqua, è la forza d'*attrazione* nella sua specialità di *coesione*, opposta dall'argilla stessa al separarsi, come nel secchio o bicchiere è quella tra l'acqua di cui è bagnato, e l'altra che per causa della gravità non può sollevare.

1999. In questo luogo i fisici taglian di corto, affermando che la intensione dell'attrazione molecolare è diversa pe' diversi corpi, e perciò dipendente in qualche modo dalla natura delle molecole (§ 1977-78). Come regge allora che questa forza sia d'egual natura dell' attrazione universale? Quante migliaia di diversi corpi sussistono, richiederanno adunque l'esistenza di migliaia di specie d'attrazione molecolare? Nella Chimica agraria non trasanderò questo supposito; ora è mestieri limitarsi alla sola *coesione* ed *adesione*, e prima indagare come sieno una forma o manifestazione dell'*attrazione universale*, o per avventura una sua conseguenza (1).

2000. Attrazione universale e molecolare affermasi dai fisici essere due forze di diversa natura. « L'analisi, dice il Matteucci, ha dimostrato « ch'era impossibile ricorrere alla forza d'attrazione universale, che sappiamo

(1) Majocchi. Fisica popolare. Milano 1845. Tom. I, pag. 169.

« variare in ragione inversa dei quadrati delle distanze onde spiegare gli effetti « grandissimi dell'adesione e della coesione » (1).

Stabilita dal MOSSOTTI la *repulsione* degli atomi tra loro, e *ripulsivo* per se stesso l'etere che riempie lo spazio, occorre inoltre una *attrazione* degli atomi tra loro (fino a certe distanze ove poi si ripulsano) ed altra *attrazione* tra gli atomi e l'etere. Tutte forze decrescenti coll'unica legge della ragione dei quadrati delle distanze. Ogni atomo materiale per quell'attrazione si circonda d'una atmosfera d'etere, la quale atmosfera si fa densissima a contatto dell'atomo, mentre a sensibile distanza del medesimo, cotanto scema la forza attraente fra l'atomo e l'etere, che questi riprende la sua densità naturale. Perciò gli atomi « in congiunzione delle loro atmosfere eserciterebbero nelle minime distanze « insensibili, delle forze capaci degli effetti riscontrati nelle azioni molecolari, « mentre poi a distanze maggiori agirebbero colla legge dell'attrazione univer- « sale » (2). Dunque secondo il MOSSOTTI anco l'attrazione degli atomi tra loro e coll'etere, segue la legge de' quadrati delle distanze (§ 1978) ch'è la caratteristica dell'attrazione universale.

2001. Posciacchè l'esternate dubitazioni escludono anche la molecolar forza di ripulsione (§ 1945 ecc.), non havvi altro da soggiugnere senonchè il riflesso sulla inutilità della medesima, quando si ammette dai fisici che ogni atomo materiale si circonda d'un' atmosfera d'etere; conciossiachè appunto dalla sua presenza l'ostacolo da cui viene impedito il perfetto accostamento tra gli atomi e tra le molecole della sostanza materiale. Pestando in un mortalo un granello di sabbia, un pezzetto di diamante, un frammento di qualsiasi corpo, aumentasi il numero delle particelle in cui dividesi, ma si arriva a un limite di particelle elementari infinitamente piccole la cui forma e struttura è impercettibile; e tuttavia la Chimica ci svela non di rado ch'esse sono aggregati di molecole composte d'atomi di diversa specie. Se pure questi atomi hanno un' atmosfera, per valerci della espressione del MOSSOTTI, di etere, anco in questa recondita elementare struttura, di necessità vuolsi ammettere una distanza tra atomo ed atomo, distanza che può concepirsi cagionata dalla interposizione di quell'atmosfera d'eterea sostanza, in vigore della tenuità ed elasticità (§ 1954) che le competono.

Per considerare l'attrazione *molecolare*, siccome identica all'attrazione *universale*, e perciò governata da analogiche leggi, hassene ragion sufficiente nella infinita varietà di forme (3) che ponno essere speciali ai diversi atomi, onde la *coesione* e l'*adesione* manifestano diversi gradi d'intensione nelle azioni ed effetti loro tra le indefinite specie di atomi (4). Lo che potrebbe dimostrarsi

---

(1) MATTEUCCI. LEZIONI DI FISICA, loc. cit., pag. 46.

(2) *Id. ibid.*, pag. 46.

(3) Vedi a questo proposito quanto è avvertito dall'AVOGADRO loc. cit. Libro I. Sez. I. Cap. I. Ediz. cit. T. I, pag. 55.

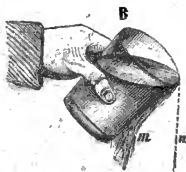
(4) Gli antichi ebbero ipotesi stranissime per definire quant'essi chiamavano *ostacolo opposto dalle molecole alla loro separazione*, ovvero tendenza de' corpi a persistere nella unità della *loro massa*. EPICURO, il GASSENDI ed altri supposero gli atomi forniti d'*uncini*, cioè *anelli della natura*, pel cui intreccio le molecole stanno composte. Imaginarono la *colla della natura*, e i *veicoli aerei* ed *eterei*, sempre tuttavia nel concetto d'un' unica forza, potenza, o vincolo per tutta quanta la materia.

se non richiedesse dichiaramenti troppo sottili ed estesi, e soverchi pel nostro scopo, potendo starci contenti a quanto pel § 1957 per due soli casi di forme diverse si è contemplato. Piuttosto giova alcun'altro cenno sull'adesione e la coesione.

2002. L'adesione si manifesta fra le superficie ben levigate (§ 1998) dei corpi eterogenei, o di porzioni d'un corpo omogeneo che si pongono a contatto, in ispecie se questo sia reso il più prossimo possibile coll'aiuto della pressione. Vedremo a suo luogo come questa forza spettante alla materia inerte, valga ad assicurare il successo degl'innesti delle piante.

Due lastre ben levigate e pulite, sia di metallo o di vetro, venendo a combaciarsi, talmente si uniscono alcune volte, che l'una può sostenere il peso dell'altra: anzi, due emisferi di piombo di circa 5 centimetri, posti a contatto co' loro piani ben adeguati e puliti, resistono inoltre allo sforzo equivalente al peso di 7 chilogrammi, per istaccarli.

Sanno i poveri bovi con qual forza l'umidezza del terreno lo faccia aderire all'aratro e resistere al loro travaglio. I liquidi interposti a superficie levigate poste a contatto, le fanno aderire anco più sensibilmente. Un bicchiere d'acqua sia posto sovra un piatto di maiolica; se tra questo e il fondo del bicchiere è qualche goccia di liquido, nel sollevare il bicchiere sollevasi non di rado anco il piatto. Versando l'acqua da un bicchiere B leggermente inclinato, dessa, come mostra la figura 515, anzichè cadere per la verticale *n* scorre lungo l'esterna parete *m* del medesimo, finchè inclinandolo maggiormente la *gravità* del liquido prevale alla sua *adesione* col vetro. È del pari agevole osservare che l'acque scorrenti in lieve quantità per condotti pochissimo declivi, appena muovonsi, pel contrasto opposto dalla loro *adesione* col fondo e colle sponde dei condotti medesimi.

Fig. 515.

Però diversi liquidi hanno diversa *adesione* ai varii solidi: inoltre l'*adesione* di molte sostanze liquefatte si manifesta solo nel diseccarsi de' liquidi medesimi, e se ne ha prova nella colla impiegata per collegare la carta o il legno, nella malta, o cemento calcare semiliquido adoperato pe' muramenti, nelle vernici ecc.

2003. Sperienze. Il Muschembroeck (1) spalmava cilindri di vetro e di metallo riscaldati, con sottile strato di sego, e ne sperimentava potentissima l'*adesione* tra loro: singolar fenomeno di materia sì poco coerente come il sego, da rimemorare nel seguente IX Capitolo insieme con altro fenomeno dal Carradori (2) esplorato. Per isperimentare questa specie di attrazioni di superficie tra solidi e liquidi, basta versare qualche goccia di questi sulla superficie levigata di quelli. Semprecchè il liquido non l'abbia così potente pel corpo solido da

---

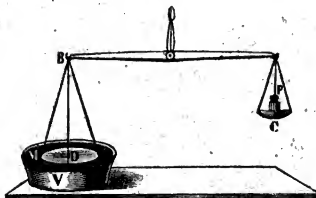
(1) Majocchi, luogo citato, pag. 52 del Vol. I°, e *Fisica popolare*. T. I, pag. 160 ecc.
(2) V. Memorie della Società Italiana delle Scienze, T. II, Par. II, pag. 105.

discioglierlo, o disgregarne la superficie, le gocce liquide vi si distendono maggiormente quanto è più forte la loro *adesione* pel solido. L'olio distendesi sovra il piattello di terraglia più che l'acqua; e più dell'olio l'etere (1). Invece il mercurio versato in gocce sovra lastra di vetro, vi si conserva colla figura sferoidale, mentre l'acqua distendesi in disco assai più ampio.

Fig. 516.

Per misurare la forza d'adesione de' due emisferi ad esempio di metallo (§ 2002) come A e B, (fig. 516) assicurato l'uno al gancio o anello *m*, mentre sta unito per adesione delle due superficie levigate all'altro B, appendesi a questo il peso P da prima leggero, di poi successivamente maggiore, finchè giugne a distaccare le due superficie.

Pei liquidi, il GUYTON DE MORVEAU (2) appendeva al braccio B (fig. 517)

Fig. 517.

di bilancia, dei dischi D di metalli diversi, i quali combaciavano colla superficie del mercurio M posto nel vaso V. I pesi posti nel bacino C della bilancia, necessarii per distaccare la lastra metallica del mercurio, indicavano l'*adesione* di questo col metallo di cui componevasi il disco, fatto debito diffalco e del peso della lastra e della resistenza dovuta alla pressione dell'aria.

2004. Altre prove. Scrivendo con certe sostanze sopra una lastra di vetro ben pulita, e poscia cancellando lo scritto, e ripulendo la lastra, se contro questa si soffia coll'alito, i caratteri ricompaiono in modo da leggersi. Moltissime conghietture espongono i fisici per ispiegare cotesto fenomeno, il quale non ha luogo se non perchè la seconda ripulitura meccanica non vale a distruggere affatto l'effetto dell'*adesione* prodotto dal liquido con cui si è scritto sulla superficie del vetro (3). Sarebbe anzi meraviglievole che il vapore acqueo recato coll'alito su quella superficie non dovesse disegualmente *aderire* dov'essa ha

(1) L'*etere* in questo luogo è un corpo composto speciale, di cui altrove sarà detto, e ben diverso dall'*etere universale*, ch'io perciò, anco per evitare equivoci, chiamo più volontieri *sostanza eterea*.

(2) LAMETHERIE. Journ. de Physique, 1773.

(3) Parlando del calorico, vedremo come questo modifichi la forza d'adesione, e si spieghino le sperienze del LIBRI, del BOUTIGNY e PERKINS ecc.

subito una modificazione, o perchè vi è realmente rimasto un velo impercettibile della sostanza impiegata nello scrivere che spalma di certa guisa l'orlo esterno dei suoi pori, o perchè colla sua *adesione* ha di qualche modo alterata la *coesione* delle molecole o atomi del vetro coi quali ha dovuto combaciare. Un microscopio di molta forza può darne la prova materiale.

2005. L'aderenza della terra agli strumenti rurali (§ 2002) fu sperimentata dallo Schübler, mercè dischi di legno e di ferro; materiali usati per solito nella loro costruzione. Invece del vaso V di mercurio della fig. 517 (§ 1203) poneva grosse zolle di terreno umettato, e facendovi adagiar sopra varii dischi ora di legno, ora di ferro d'egual dimensione, caricava il bacino C con pesi finchè l'aderenza del disco fosse vinta, colle avvertenze al citato § 1203 dichiarate. Malagevole l'umettarle tutte egualmente; quindi lo Schübler ne raccolse i dati seguenti, solo dopo assoggettati i diversi saggi di terra ad un massimo d'inzuppamento (1).

	Aderenza per decimetro quadrato.			
		Ferro		Legno
Sabbia silicea	chilogr.	0,17	chilogr.	0,19
« calcare	»	0,19	»	0,20
Terra da orto	»	0,29	»	0,28
Argilla magra	»	0,35	»	0.40
» grassa	»	0,48	»	0,52
Terra calcare fina	»	0,65	»	0,71
» argillosa	»	0,78	»	0,86
Argilla pura	»	1,22	»	1,32

Finchè quest'*aderenza* si contiene tra i pesi di chilogr. 0, 15, e chilogr. 0,50 per decimetro quadrato, il lavoro della terra si eseguisce con agevolezza, ma richiede forza assai notevole quando perviene a 0,65, e 0, 70. Rileverò poi in acconcia congiuntura il calcolo più aggiustato da prescegliere, perciocchè l'inzuppamento completo favorisca qualche volta una minore *adesione*. Non riescono elleno le strade più fatichevoli allorchè il fango non è appieno molle, che non quando sia semiliquido? Sperimentando le stesse terre non del tutto inzuppate si troverà (Libro IV) maggiore non solo l'*adesione* rispettiva, ma più rilevante la differenza vantaggiosa degli aratri di ferro su quelli di legno.

2006. La **coesione** eccessiva delle molecole terree, in ispecie ne' luoghi o climi umidi, dee richiamare tutta l'attenzione del coltivatore. Il Curwen rilevò che da un acre (m^{i} q^{i} 4046) di terreno lavorato, s'evaporavano 950 libbre d'acqua per ciascun' ora, mentre l'evaporazione nell'egual suolo lasciato sodo, era pressochè nulla (2). S'anco fosse esagerata cotale affermazione, l'agronomo dee trarne insegnamento dell'opportunità di pigiare, e comprimere col rotolo i terreni nei quali la scarsa *coesione* lascierebbe troppo disperdersi l'umidità necessaria alle giovani piantagioni di primo anno, e per converso sempre conservar lavorata la superficie per le piantagioni in terreni argillacei od uliginosi.

---

(1) Boussingault. Econ. Rur. considérée ecc. 2 Edit. Paris 1851. Tom. I. pag. 603.
(2) *Technical repos*, 1826, pag. 325.

Per misurare la *coesione* delle diverse terre, lo SCHÜBLER le gettava in forme, dopo acconciamente umettate, componendone parallelepipedi d'egual dimensione. Quando secchi, caricavali nel mezzo cotesti prismi con diversi pesi fino a produrne la rottura. Computando egli la tenacità dell'argilla come **100**, il seguente prospetto comparativo ne dedusse.

PROSPETTO della TENACITA' di alcune terre

		Tenacità della terra secca		Indicazione della Tenacità, in peso
1. **Sabbia silicea**	chilogr.	0,00	chilogr.	0,00
2. **Sabbia calcare** . . .	»	0,00	»	0,00
3. **Terra calcare fina** . .	»	5,00	»	0,55
4. **Gesso**	«	7,30	»	0,81
5. **Terra da orto**	»	7,60	»	0,84
6. **Umo**	»	8,70	»	0,97
7. **Terra** del **Jura**	»	22,00	»	2,44
8. **Terra** di **Hoffwyl**	»	33,00	»	3,66
9. **Argilla magra**	»	57,30	»	6,36
10. **Argilla grassa**	»	68,80	»	7,64
11. **Terreno argilloso** . .	»	83,30	»	9,25
12. **Argilla pura**	»	100,00	»	11,10

Non è da trascurare l'osservazione dello stesso SCHÜBLER sul disgregamento operato dai geli. La *coesione* dell'argilla *grassa*, indicata col numero di comparazione 68,80, quando prima esposta all'influenza del gelo, discende a 45. Quindi l'utilità del lavorio delle terre fatto innanzi l'inverno. Del resto, al IV LIBRO le cautele necessarie nello apprezzare sperimenti i quali suppongono uno stato di disseccamento artificiale che raro trovasi in pratica per tutta la massa del terreno da rimuovere colla lavorazione. Nel qual LIBRO saranno pur investigati gli altri effetti dalla *coesione* dipendenti.

4. *Affinità.*

2007. **Affinità** è la specie d'*attrazione* di cui s'occupa singolarmente la CHIMICA (§ 1977). Importa nondimeno conoscere il valore di alcuni vocaboli, esprimenti operazioni che a questa forza si riferiscono.

Soluzione chiamasi la commistione d'un corpo solido *solubile* con un *liquido*, che dicesi *solvente* (1) a modo di comporre un solo corpo liquido, nel quale le molecole delle due sostanze si meschiano tra loro, senza disgregarsi. È incorporazione o scioglimento di checchessia in un liquore.

Dissoluzione, quando le molecole del *solubile* o del *solvente*, o anche d'amendue si disgregano, formando nuove molecole composte d'amendue i corpi.

La *soluzione* è perciò semplice *mescolanza chimica*; la *dissoluzione*, vera *combinazione chimica*.

(1) Da *solvere* nel senso di *separare*, *dividere*, *disgiungere* ecc.

La **saturazione** accade quando nella *soluzione* e *dissoluzione* il liquido *solvente* non può più esercitare la sua affinità in modo da disciogliere altre porzioni del corpo *solubile*. Ponendo zucchero nel caffè, questo liquido discioglie lo zucchero fino al punto in cui n'è *saturo*, cioè se aggiungi altro zucchero esso precipita al fondo senza sciogliersi. Lo stesso se dài giunta di sale al brodo già salato sino a *saturazione*.

L'**infusione** è lenta soluzione, in cui sciogliesi soltanto porzione del solido immerso nel liquido.

La **decozione** è l'*infusione* in cui solo coll'aiuto del calore il *solubile* si scioglie nel liquido (1).

L'**amalgama** è *soluzione* de' metalli nel mercurio, o vuoi loro *combinazione* con esso.

Per **via secca** la Chimica eseguisce composizioni e decomposizioni di sostanze, valendosi dell'azione del *fuoco*.

Per **via umida**, quando si vale dell'azione di altre sostanze, quali perciò chiamansi *riagenti*.

Fusione è liquefazione d'un solido operata per mezzo del calore o di altra sostanza eterea: veggiamo infatti l'elettrico, cioè il fulmine, fondere i metalli più prontamente che il fuoco non potrebbe.

Più innanzi chiariremo che siano *precipitazione*, *cristallizzazione*, *sublimazione*, *evaporazione*, *gasificazione* ecc. Ma notiamo attentamente che valga in senso chimico la parola *decomposizione*, la quale è la riduzione d'un corpo nei suoi principii o parti componenti; riduzione cui non bastino i mezzi fisici o per dir meglio meccanici, ma occorrano gl'ingegni chimici dianzi distinti per via *secca* e via *umida*. La scomposizione de' corpi nelle loro parti integranti, ossia la *decomposizione*, è tutto giuoco dell'*affinità* cimentata o con *sostanze eteree* (*via secca*) o con *sostanze materiali* (*via umida*). Del che più aggiustatamente a suo luogo, dove le prove eziandio del sommo vantaggio dovuto all'*affinità*, la cui mercè s'adempiono le analisi chimiche, stupendissimo ingegno per rilevare l'intima integrale struttura de'corpi.

2008. L'**affinità** inoltre non è, comecchè il sogliano affermare, investigata dai Chimici solo tra molecole eterogenee: affermazione, come dissi al **§ 1978**, da rettificare. Ed in vero, ravvicinando ad esempio due gocce d'acqua, o di mercurio, si muovono in modo da disporsi formando una goccia sola. Ecco, dicono i Fisici, un effetto di *coesione*. Se al mercurio unite zolfo ne avrete il cinabro (*solfuro rosso di mercurio*) che non è più nè mercurio nè zolfo. Quel primo effetto è dovuto soltanto all'*attrazione*; l'altro fenomeno dicesi *composizione* o *combinazione* ed è il risultato dell'*affinità*, cioè dell' attrazione fra corpi eterogenei. Ma non puoi limitare l'*affinità* nella sua azione solo tra materie eterogenee; essa avviene anco tra le omo-

---

(1) Queste diffinizioni variano secondo alcuni Chimici. Ad esempio; l'INFUSIONE *è una pronta o momentanea azione di un liquido bollente su di un corpo solido, e la* DECOZIONE *è l'operazione che si eseguisce, tenendo per tempo più o meno lungo un liquido alla bollizione in contatto con un corpo solido da cui vogliansi estrarre materiali solubili.* Sobrero. Man. cit. Vol. I, pag. 26. Senza entrare in commenti ho voluto esporre quelle che preferisco per evitare equivocamenti.

gence, e vuolsi spiegare sempre per la stessa forza d'attrazione, però quando si esercita più direttamente fra gli atomi. Suppongasi una barra di ferro spezzata, come potrò io raggiustarla in un sol pezzo? Coll'azione del fuoco, fondendo insieme le due superficie di rottura. Come operano gl'Inglesi per ricomporre del legno con truccioli e segature? Li costipano in masse, le quali sottoposte ad enormi pressioni ricompongono un tutto per certi lavori abbastanza solido. Ma di ciò meglio nel CAPITOLO della CHIMICA AGRARIA.

2009. La scienza fisica e chimica giungono a ricomporre corpi disgregati, cioè a ristabilire l'attrazione molecolare della materia inorganica: ma della sostanza organica, una volta scomposta, non è possibile l'artificiale riorganizzazione. Soltanto è dato all'agricoltore di promuoverne ed assicurarne la *riproduzione.*

[3] Impulsione.

2010. Se ne'giorni invernegni abbrividato t'accosti a un bel fuoco, in poco d'ora risensando ti scaldi: ma tu ben comprendi che non è già la materia di cui componesi la legna o il carbone, che sotto forma invisibile si portí a toccare le tue membra ed a dighiacciarle; quella materia residua in cenere, o in fumo dilegua. Similmente non ti cape nell'animo che la materia dell'olio onde la lucerna s'avviva, produca essa nell'occhio l'impressione della immagine sia della lucerna, sia degli oggetti dalla sua fiamma distenebrati. È calore, è luce che da que' materiali corpi si promuovono, o si distrigano: sostanze d'altra natura che non le materiali, sostanze insoggettabili a peso, immisurabili rispetto a estensione, e indistinguibili per caratteri proprii della materia. Quindi l'idea d'agenti da essa diversi: ma come avviene quel diffondersi a distanza e stabilire un commercio, una comunicazione tra i varii corpi benchè disgiunti, sinchè perdurano quelle circostanze onde svolgonsi gli agenti medesimi?

Quel vibrare, quello slanciarsi e rendersi sensibili a distanze talora incomprensibili con velocità inimmaginabile, che competono al calore, alla luce, all'elettrico (§ 1942) oltre tutti gli altri fenomeni, che producono nelle sostanze materiale ed organica sono virtù d'elasticità intensissima (§ 1949). Questa però non può spiegarsi da sola: uopo è d'una forza o potenza d'onde tragga, onde muova. E questa è pur quella, il ripeto, cui dico IMPULSIONE.

2011. **Impulsione** intesa sotto il significato attribuitole dall'ALIGHIERI, cioè di *natural moto* (1); moto insito, ingenito, e incessabile della *sostanza eterea*; o vuoi forza impellente intrinseca ad ogni suo *ente* (§ 1948) ossia atomo etereo; o diresti infine, *attrazione* verso gli spazii celesti, e cagione diretta di tutti i fenomeni manifestati dalle quattro specie di eterea sostanza cui diedero i fisici nomi di *lumico*, *calorico*, *elettrico* e *magnetico*; del che le prove a suo luogo. Forza o potenza, o potestà di lunga mano diversa dall'*elaterio* che n'è soltanto l'effetto (§ 2051) e richiede ne' corpi elastici per farsi palese un ostacolo o una pressione che i medesimi o pieghi, o costipi, o d'alcuna guisa disformi.

(1) DANTE. *Convivio*, Firenze 1723, pag. 163.

Non riproporrò se la vital forza della sostanza organica, nel solo fisico riguardamento, sia quella stessa della impulsione, nella sua intensione massima o più perfetta (§ 1963). Ma e' non mi parrebbe difficile con geometrico ingegno dimostrare per non infondata conghiettura, come il grado massimo dell'*attrazione* possa tradursi in un primordio d'*impulsione*, e il massimo di questa tramutarsi nel primo o più inferior grado della forza *vitale*.

2012. O io erro gravemente, o i Fisici poco sagacemente disveggono questa forza ch'io chiamo d'*impulsione*, senza la quale i fenomeni della forza d'*attrazione* non si apprezzerebbero.

Togli la forza d'*impulsione* agli astri: essi precipiteranno verso i loro centri d'*attrazione* e vi si accolleranno immobili perpetualmente.

Togli la forza d'*impulsione* alla sostanza eterea: e l'acque ridotte a mare più non rimonteranno come vapore acqueo nell'atmosfera per ridiscenderne in forza dell'*attrazione*.

Togli la forza d'*impulsione*, ch'è il soffio di vita, al mammifero; e il suo corpo prostendesi al suolo per forza d'*attrazione*, che, appena spenta l'*impulsione*, su quella porzione di materia il pieno suo dominio riprende (1).

Togli la forza d'*impulsione* nello stesso cadavere; ed esso non si scompone ne' suoi elementi e materiali, ed organici per informare nuovi esseri, nuovi viventi.

2013. Come distinguono i Fisici l'*attrazione* in tre specie secondo gli oggetti cui si riferisce (§ 1937 e seg.) così la forza d'*impulsione* distinguo e chiamo di tre guise.

1° Quando a corpi celesti riguarda, chiamola forza propriamente detta di *impulsione*.

Di questa è discorso nel CAPITOLO dell'ASTRONOMIA AGRARIA.

2° Quando la considero nella sostanza eterea in genere, la nomino forza d'*espansione*.

Di questa nella successiva III SEZIONE.

3° Quando nella sostanza eterea sotto le sue attenenze e relazioni colle altre sostanze, materiale ed organica, la specializzo per forza di *trasportazione*.

Di questa è da dire anco nella presente e nella IV SEZIONE.

Cotesti vocaboli muoveranno alcun Zoilo a sogghigno. Ma se un saggio ammoniva che alle discrete criticazioni e cortesi prestare facile orecchio si debbe e docil cuore (2), tuttavolta è perder parole il quistionar di parole, in ispecie quando alla fin fine suonano *idem et unum*, come le accennate, le quali non discordano dalla principale ch'è l'*impulsione*, più che la coesione, l'affinità ecc. dall'*attrazione*. L'une e l'altre sono solo accettevoli perciocchè aiutino dal confondere idee cui vuolsi fare distinta applicazione: e tutto ciò che vale a rendere in ispecie idee non comuni, meglio apprendevoli, non s'ha per tema d'Aristarchi da trasandare.

---

(1) L'*impulsione* sarebbe l'*anima del mondo* ψυχη του χοσμου di PLATONE, ossia la *die Weltseele* dello SCHELLING. Ma in questo luogo a senso della riserva espressa nel §. precedente, sottintendesi astrazion fatta dalla forza vitale, la quale sarebbe spenta issofatto quando cessasse la forza d'impulsione, come più innanzi verrà chiarito.

(2) SALVINI Antommaria. *Discorsi accademici*, ecc. FIRENZE 1712, Tom. II; pag. 384.

[4] Forza vitale.

2014. Fluido biotico. Gli animali e i vegetabili sono essi pure composti di sostanza materiale ed organica, soggette a forze *fisiche* della Natura modificate dalla forza *vitale*. Perciò la materia acquista proprietà, quali alcuni naturalisti chiamano *proprietà organiche*, *proprietà de' tessuti* ecc. Oltracciò celebri fisiologi hanno adottate l'*irritabilità*, l'*eccitabilità*, ed alcuni patologi l' *infiammabilità* quasi a special ente composero.

Della forza *vitale* ignota l'essenza, come dell'*attrazione*, dell'*impulsione*: e conosciute assai meno le leggi perchè più complicate. Iddio ci ha donati della potenza dello intelletto senza che ne conosciamo l'*essenza*, benchè ne comprendiamo le facoltà meglio delle leggi che alla vita presiedono. Tuttavolta tentarono alcuni fisici di conghietturare la natura della forza vitale traendola da una modificazione dell'etere. « Esso, affermava l'ORIOLI, divien *fluido* « *biotico* quando è l'agente imponderabile della vitalità della *vis nervea* e di « quell'azione non per anco bene analizzata, perchè le impressioni esterne van- « no al cervello ed all'anima, perchè dall'anima va ne' muscoli volontarii l'atto « e l'effetto motore, e perchè le fibre memorative l'organizzano nel sensorio: « intorno a che il pochissimo, e quasi niente che possa dirsene, nello stato « attuale delle cognizioni nostre hassi a cercarlo in ciò che ne scrissi sull'ani- « mal magnetismo (1) ».

2015. Concepirà l'agronomo questo *fluido biotico* nel germogliar delle biade, nella vigorezza e moltiplicazione de' suoi armenti? Ma ristiamo all'attenenza della *vitale* forza coll'altre puramente *fisiche*. Ne' corpi organizzati troviamo de' liquidi i quali depongono materiali solidi in diverse loro parti; alcuni di questi cedono le loro molecole ai tessuti organici a modo di incorporarsi con essi. Ma questi, e così dicasi d'infiniti altri fenomeni, avvengono ora per forza d'*adesione* e d'*affinità* o per quella d'*impulsione*; ora per virtù degli stessi organi, ora per forza *vitale*, ora infine col concorso della facoltà psicologica ch'è la volontà, senza la quale ad esempio molti animali non assumono quelle materie e que' liquidi che alla loro economia si richiedono. Quella virtù degli organi talora è fisica, talora è chimica, talora e più spesso virtù cui nè azioni fisiche nè chimiche ponno essere assai. Il fluido biotico sarebbe un *che* infeltrito in quei tessuti, in quegli organi, lo stesso etere modificato a condizioni diverse di quelle onde si fa luce e calore. Nel mio concetto la forza *vitale* non è nè materia nè etere: l'animale e la pianta si compongono d'aggregati di sostanza speciale cui ho dato nome d'organica, e cui la vital forza è insita ed inerente, come l'attrazione alla sostanza materiale, e all'eterea sostanza l'impulsione. E qui ristò per non anticipare sulle nozioni alla IV SEZIONE pertinenti. A bastante s'è rifermata l'attinenza de' fenomeni organici con quelli della materiale e dell'eterea sostanza, in altri termini l'incatenamento delle nozioni fisiche e chimiche colle fisiologiche.

---

(1) ORIOLI. *Spighe e Paglie* 1844, pag. 216.

[5] Animalità.

2016. Riconsideri l'agronomo che l'uomo è obbligato a procedere parallelamente allo sviluppo delle scienze (§ 1957). Benchè si paia che la cognizione de' fenomeni puramente fisici dovesse riuscire più agevole di quella dei fenomeni vitali, e più ancora dei psicologici, tuttavolta non valendo scienza a disvelare ciò che ha di misterioso l'istinto, la volontà, e l'intelligenza propriamente detta, tutte queste scienze rimangono parti più comprendibili ed altre meno, alcune anco forse perpetualmente inscrutabili. Ad esempio la zoologia ha potuto agevolmente comprendere l'impiego e le funzioni di quasi tutti gli organi esterni degli animali, e la botanica solo dopo secoli ha saputo riconóscere quelle degli stami, de' pistilli ecc. (1). Per converso ha più presto la botanica potuto coll'aiuto della chimica penetrare molti segreti della nutrizione de' vegetabili: meglio apprezzare col soccorso della fisica l'influenza su di essi degli agenti esteriori: mentre la quantità più svariata delle materie di cui nutresi il regno animale, le modificazioni che apportano la volontà, le passioni, il dolore complicano il processo organico della esistenza animale.

2017. **Vitalità e animalità.** E sconfortevole quella morta veduta di alcuni sapienti (§ 67) che i misterii della generazione, della nutrizione, della vita, e della morte degli esseri, in pure materiali composizioni e scomposizioni vuol tramutare. Per ventura altri più saggi non disconobbero l'imperio di potenze o facoltà onde poi distinsero la vita in organica ed animale. Dimostrata (CAP. III SEZ. II) l'insufficienza delle forze fisiche e chimiche, e premesse (ivi SEZ. III) le debite avvertenze sulle differenze tra il regno animale e vegetale, è facile comprendere che la Vitalità, e l'Animalità rispondono alla distinzione del GALLINI (§ 76) onde considerò l'uomo siccome *vegetante* e *senziente*. La *vitalità* è quella forza vegetativa, detta anche *formatrice*, *nutritiva*, *riproduttiva*, agli animali ed alle piante, comune. L'*animalità* è solo ai primi inerente. Que' filosofi che veggono fenomeni puramente fisici o chimici nella vita vegetativa delle piante, eziandio in quella degli animali vorrebbono d'egual modo render ragione di quelle funzioni organiche distinte dai fisiologi coi nomi di respirazione, digestione, sanguificazione, circolazione, secrezioni ecc. Delle quali la maggior parte sono speciali all'*animalità*, mentre poi vi s'aggiungono il sistema sensorio, il sistema di mozione, la voce, l'istinto, e l'intelligenza. E di queste pure non dee ammetmettersi una causa tutt'altro che materiale?

2018. **Fisicamente** parlando, quella *perpetuità* propugnata per la materia (§ 50) non potrebbe congbietturarsi eziandio per la *vitalità animale* in senso puramente di facoltà non peritura nelle *monadi* di ricomporsi organicamente in nuovi corpi animali? Senza toccare quistioni in epoche miserevoli col fuoco e col sangue espiate: senza riguardare col LEIBNITZ le monadi per veri atomi spiritualizzati che richiamano l'unità primitiva assoluta ed immutevole di PITAGORA e di PLATONE, e l'*Entelechia* d'ARISTOTILE; senza ricorrere al magazzino di anime create assai tempo prima dei corpi ed a questi mano a

(1) DE CANDOLLE loc. cit. Tom. I, pag. 8.

mano consegnate, come SOCRATE, PLATONE ed altri antichi fantasticarono; senza far migrare coi Pitagorici l'essenza vitale con incessabile *metempsicosi* da un animale nell'altro: senza materializzarci colle idee del POMPONAZZO, del VANINI, del CARDANO, del BRUNO, per tacere de' DIDEROT, degli HOLBACH, degli ELVEZII, dei LAMETTRIE ed altrettali, noi possiamo ammettere un *animalità* nel senso di attevolezza ad organarsi in corpi dotati di sensitiva (§ 89); attevolezza di cui sieno o fornite, o suscettive le monadi secondo che per la diffinizione data (§ 1935) delle medesime, possa loro competere.

2019. **Riserva.** L'*animalità* di cui può occuparsi la Fisica, e testè contemplata affine di far calcolo delle influenze adiutrici o perturbanti degli agenti fisici sulla natura organica, nulla ha che fare con quella più sublime facoltà dell'uomo che diciamo lume della ragione. Di quel modo che nel libro divino del GENESI (1) non appare mai lo spirito dell'animale diviso dalla materia, lo considero inerente a data specie di *monadi* nel senso della indicata attevolezza; e come si vedrà in suo luogo, e si deduce dal § 1906, ciò non ripugna al dettato stesso del GENESI, cioè che l'ENTE SUPREMO, creato il corpo dell'uomo, *inspiravit in faciem eius spiraculum vitæ* (2).

2020. Il **Cosmos,** acciò il dica, novello, quell'altro universo che il microscopio ogni giorno fa grandeggiare, quel mondo d'infiniti invisibili esseri, viventi a spese degli altri viventi più manifesti (§ 5.), è per me la splendida face che mi fa chiara, inrepugnabile l'esistenza di *monadi* in cui quell'*animalità* per così dire fisica è insita, indissolubile, inestinguibile quanto l'*attrazione* negli atomi materiali, l'*impulsione* negli eterei, e la *vitalità* nelle stesse monadi. Come spiegare di fatti i moti de' globuli del sangue, veduti per *biosferi*, e *stocchiozoarii* dal MAYER, quelli rilevati dal FARADAY nelle granulazioni dell'albume coagulata e i vorticosi avvistati dallo SCHULTZ ne' globetti del latte, de' nervi e del muco? Come risolvere in modo accettevole (quale ne lo deriveremo a suo luogo) la grande quistione della generazione spontanea per non toccare di tante altre?

2021. **Conchiudendo** su queste forze, fisicamente riterremo che tutta l'universa sostanza cosmologica, può ravvisarsi come segue:

Sostanza materiale, dotata d'ATTRAZIONE

Sostanza eterea, dotata d'ATTRAZIONE e d'IMPULSIONE.

Sostanza organica { VEGETALE, dotata d'ATTRAZIONE, IMPULSIONE, e VITALITA'.
ANIMALE, dotata d'ATTRAZIONE, IMPULSIONE, VITALITA' ed ANIMALITA'. }

Esaminiamo qualsisia oggetto vi piaccia;

Un pezzo di pura argilla è un composto d'*atomi* materiali unicamente forniti d'*attrazione* ossia di *gravità*, *coesione* ecc.

Un raggio di luce è composto d'*enti* o atomi *eterei* dotati d'*attrazione* e di più d'*impulsione*.

Una quercia si compone di *atomi*, d'*enti* e di *monadi* organiche, quindi fornita d'*attrazione*, e d'*impulsione*, ed inoltre di *vitalità*.

---

(1) *Producat terra animam viventem in genere suo, jumenta et reptilia, et bestias terræ secundum species suas.* LIBER GENESIS, Cap. I, 24.

(2) LIB. GENESIS. Cap. II, 7.

2022. Ma la quercia nè sente nè muovesi: il bue invece, il cane, il cavallo, il minimo politalamo, oltre a quelle *monadi* organiche, a quegli *enti*, a quegli *atomi*, hanno speciali *monadi animali*, onde tutte e quattro le forze della natura concorrono e sussistono nel compiuto organamento di quell'animata fattura della creazione.

Vuoi tu far isparire quel miracolo d'aggregazione di sostanze e di forze anzidette ch'è l'animale, con semplice fisico mezzo?

Togli a quell'animale dotato di cervello, appena quant'è capocchia di spillo, un po' della *sostanza bigia* (1) alla punta del V e quella vita si spegne, quel corpo è cadavere e gli agenti fisici lo spartiranno di nuovo in *monadi*, *atomi* ed *enti*, che di poi, favoreggiando le condizioni da ciò, in altri esseri ricomporrannosi. Non riguardi per ora il lettore al punto V, nè alla *sostanza bigia* nè alla generalità del *punto vitale* o centro di vita, di cui già è cenno al § 89, n. 6 del CAPITOLO III di questo LIBRO. Ho solo citato questo fatto perchè abbia prova della somma dipendenza tra le organiche forze e le fisiche e di quanto la più perfetta opera della natura in poco d'ora possan queste disformare,

Sì è debole il filo a cui s'attiene!

Art. II. Vario stato della materia.

[1] Cause che lo determinano.

2023. Ho detto i corpi comporsi di molecole e queste di atomi forniti di *attrazione*: ho detto inoltre la sostanza eterea constare di atomi dotati della forza d'*impulsione*. Ma l'attrazione esercita pure l'azion sua tra gli atomi ponderabili e gl'imponderabili.

Un corpo non è composto di materie affatto unite, cioè di molecole ed atomi a perfetto contatto tra loro. Immaginiamo per maggior semplicità un corpo cubico ABCD, composto di molecole cubiche 1, 2, 3, 4 . . ., formate di atomi cubici come dà a divedere la fig. 518 dove i cubetti rappresentino gli atomi materiali, e le sferette gli eterei, raffigurando quelli coi quadratelli, e gli altri coi circoletti.

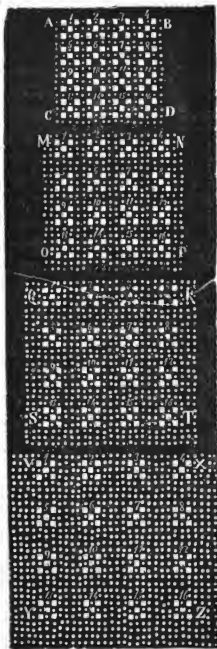
Supponiamo le molecole formate con otto atomi rispondenti agli otto angoli del cubo (§ 1571) di cui la figura ne lascia veder quattro (2) quali riscontransi ne' gruppi o molecole 1, 2, 3... Ciascuno di questi atomi entro la molecola è più agli altri vicino, che non le molecole tra loro: e tra gli atomi come tra le mo-

---

(1) *Les Physiologistes m'ont souvent demandé de leur indiquer par un terme anatomique la place précise du point que je nomme le* POINT VITAL.
Je leurs réponds: la place du POINT VITAL *est la place marquée par la pointe du V de substance grise.* FLOURENS. Compte Rend. de l'Acad. des Sciences, TOME XXXIII, pag. 439, (27 oct. 1851).

(2) La figura suppone la molecola composta di un atomo centrale quale scorgesi nel mezzo de' quattro visibili posti agli angoli.

lecole esiste una certa quantità d'atomi eterei. La forza attrattiva degli atomi materiali, rappresentati dai quadratelli, è contrastata dalla forza d'*impulsione* degli eterei, o circoletti.

Fig. 518.

Dobbiamo considerare quattro casi fisici, ed un quinto, quasi il direi fisiologico. O la densità dell'etere (cioè il numero degli atomi eterei in uno stesso spazio) è maggiore all'esterno del corpo che tra le sue molecole; o è eguale; o è più o meno maggiore nell'interno.

I° Se la densità è maggiore all'esterno, le molecole tra loro ravvicineranno, e difficilmente potranno separarsi l'una dall'altra perchè l'azione della forza d'impulsione degli atomi eterei sarà maggiore al di fuori, che negli interstizii interni tra loro. In questo caso la materia componesi in corpo SOLIDO. Tale è quello di A B C D.

II° Se la densità dell'etere è eguale internamente ed esternamente al corpo, le sue molecole ubbidiranno facilmente a qualunque altra esterna forza e la materia assume lo stato di LIQUIDO.

III° Se la densità dell'etere è superiore nell'interno, le molecole si scosteranno sempre maggiormente, e la materia assumerà lo stato di VAPORE. E se la densità dell'etere cresca al segno che la sua forza d'impulsione del tutto elida quella d'attrazione ch'è tra le molecole, queste disgiugnerannosi affatto tra loro e la materia piglierà lo stato di *gas*.

IV° Crescendo inoltre la densità dell'etere negli interstizii esistenti tra gli atomi delle molecole, queste disgregherannosi affatto, e gli atomi materiali che le compongono andranno dispartiti e sparsi tra gli eterei (1).

V° Questo caso sarà contemplato nella IV SEZIONE.

(1) Non potrei dilungarmi a provare questa supposizione del modo con cui la materia cangia stato, ma la facile esplicazione che ne discende pei fenomeni più sotto investigati, terrà luogo per l'agronomo di dimostrazione. Naturalmente nel caso de' SOLIDI, supponesi tale l'equilibrio tra la densità esterna ed interna dell'etere che l'attrazione molecolare rimanga intatta, e per ciò solo gli atomi materiali non possano venire entro le molecole a contatto tra loro, per la presenza della sostanza eterea interposta. Nel caso de' LIQUIDI, l'eccesso d'impulsione interna cresce, ma non vince che in porzione l'effetto dell'attrazione molecolare. Nel caso de' vapori, questa scema sempre più finchè ne' gas può quasi del tutto annullarsi. È poi contemporaneamente da calcolare l'espansione delle molecole stesse, ossia l'allontanarsi tra loro degli atomi che le compongono, imperciocchè non si può accumulare maggiore energia d'impulsione fra molecola e molecola, senza che se ne risenta per ragion d'equilibrio la sostanza eterea tra atomo ed atomo.

2024. Nella precedente figura supponghiamo gli atomi del corpo solido ABCD tutti egualmente distanti tra loro, se n'eccettui il centrale di mezzo cui si raggruppano gli altri 8 per formare le molecole 1, 2, 3 ecc. Infatti gli atomi d'angolo della molecola 6 sono distanti tra loro quanto dai corrispondenti atomi delle molecole 2, 5, 7 e 10: e lo stessò può dirsi della molecola 7 ecc. Se la forza d'*impulsione*, o più specialmente d'*espansione* (§ 2015) dell'etere situato tra molecola e molecola, fosse minore di quella dell'*attrazione*, o più specialmente *coesione* (§ 1977) tra le molecole, queste ravvicinerebbonsi e il solido non avrebbe le sue parti in uno stabile equilibrio. La figura MNOP potrebbe rappresentare lo stato di un corpo solido, tuttavolta molle e di assai minore consistenza. Nel primo caso, la *gravità* non manifesta la sua azione che sul *centro di gravità* (§ 1985) del dato *solido*; nel secondo, essa la conserva distinta, se non sulle molecole, sovra aggregati loro, più o meno considerevoli nel corpo molle a seconda della sua minore o maggiore mollezza.

Nell'insieme di molecole 1,2,3 ecc. di Q R S T s'avrebbe idea della costituzione del corpo liquido, dove le molecole distano tra loro, quant'è l'ampiezza delle medesime. Per la rimarcata condizione di mobilità, non posseggono quelle molecole un centro di *gravità* comune (se non sieno contenute in un recipiente *solido*), ma l'azione di questa forza non soperchiata da quella di *coesione* (o *attrazione molecolare*, in gran parte vinta dalla sua contraria ch'è l'*impulsione* della sostanza eterea) si manifesta distinta sovra le particelle anco più tenui del liquido.

Maggiore è la distanza tra le molecole 1,2,3 ecc. dell'insieme VXYZ, nel quale l'*attrazione molecolare* è quasi del tutto sopraffatta dalla impulsione.

Deesi quindi notare per questi corpi, cui diciamo vapore, e gas o genericamente *aeriformi*, che spesso quel loro tenuissimo filo d'aggregazione è dovuto alla pressione dell'aria, o altro mezzo in cui si trovano; altrimenti passerebbero a quel IV° stato su contemplato (§ 2022). Della stessa guisa il corpo liquido QRST, perde facilmente quello stato II° per passare al III°, ove cessi la pressione del mezzo in cui si trova. Quando poi la sostanza materiale riducesi in istato di gas, o anche in quel quarto stato di disseminazione per l'etere, non è da credere spenta ne' suoi atomi la forza di gravità, la cui azione è solo equilibrata dalla maggior densità del mezzo circostante.

2025. È adunque unico giuoco di equilibrio o disequilibrio tra la forza d'impulsione (1) e quella d'attrazione, che determina il vario stato della materia.

---

(1) Lo ZANTEDESCHI ha esposto la sua *Teorica statica e dinamica* dei minimi e delle molecole, di questo modo « *Un corps est composé de parties contigües, mais non continues, et ces parties au lieu d'être rigides et dures, sont éminemment compressibles et élastiques. Ces parties contigües forment des groupes et des systèmes moléculaires qui peuvent s'arranger entr'eux de différentes manières en vertu de la force attractive agissant de molécule à molécule, de système à système. D'après ces vues, les liquides seraient formés par des groupes moléculaires fort comprimés, et très-peu adhérents: les solides, par des groupes moins comprimés, mais plus adhérents entre eux: les fluides aëriformes seraient enfin constitués par des groupes moléculaires encore moins comprimés et bien moins adhérents* ». Compte Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tome XXXII, pag 771.— La teoria dello ZANTEDESCHI è radicalmente diversa dalla mia ipotesi, la quale non ricorre a quel supposito di compressione, nè ad elasticità della materia ecc.; serve però in gran parte di autorevole argomento di probabilità del mio concetto, se non erro, più naturale e più rispondente ai fenomeni fisici e chimici.

Non havvi perciò bisogno di supporre in essa alcun movimento vibratorio, o intima elasticità (1) e molto meno di forza ripulsiva. La sostanza eterea, oltre l'impulsione, è pur suscettiva d'essere attratta dalla materia ponderabile; e ciò non implica contraddizione, come non esiste nell'uomo che corre il quale è dotato d'impulso a correre nello stesso tempo che la gravità o forza d'attrazione non per ciò lo abbandona. L'atomo etereo è più o meno attratto dall'atomo materiale, al cui contatto può sempre accostarsi per la ragione avvertita al § 1938, che le superficie de' corpi e delle molecole, naturalmente constano d'atomi. Quest'attrazione atomica viene di certa guisa a sommarsi con quella d'impulsione la quale, come sarà detto più innanzi, si compone in onde, correnti, e getti, per cui hanno luogo i fenomeni luminosi, elettrici, magnetici e termici, e ne discendono le combinazioni e scomposizioni della materia ponderabile.

2026. Queste **avvertenze** principali si abbiano nelle presenti investigazioni per avventura un po' sottili e noievoli, ma di cui l'agronomo rileverà l'importanza, se vorrà conoscere daddovero la storia naturale de' corpi che più vengongli a mano:

Iª Oltre la densità dell'etere, il diverso grado di forza d'impulsione loro inerente, e la diversa potenza d'attrazione fra gli atomi materiali, e gli eterei; forse una differente natura o grandezza, o configurazione degli uni e degli altri; sono tutti dati da tenere a calcolo, nell'indurre le cause e condizioni del vario stato della materia.

IIª Da questo vario stato nasce la niuna o differente *tensione*, come la chiamano, de' corpi materiali. Nei *solidi* la *tensione* è nel senso dello accrescere gli effetti dell'attrazione, e difatti sono estremamente più facili ad essere compressi che non i *liquidi*, ne' quali non v'è maggior tensione ad espandersi che a condensarsi, mentre ne' gas e vapori la *tensione* è nel senso dello aumentare gli effetti dell'*impulsione*.

IIIª Si parrebbe a chi non vi consideri attentamente, che pel corpo gasoso posto a contatto di una temperatura più elevata, cioè a dire quando si trovi in un'atmosfera d'etere più denso, dovesse l'interna impulsione diminuire, e con essa la sua *dilatabilità*. Ma se si rifletta che per ragion d'equilibrio la sostanza eterea interna dovrà crescere perchè agguagli la densità dell'esterna, ne nasce che il gas si eleverà di temperatura (2) e tenderà maggiormente ad espandersi.

IVª Quantunque il variare delle pressioni cui può soggiacere la materia, possa determinare una maggiore o minore densità nell'etere interposto, essa agisce ancora di certa guisa meccanicamente.

2027. **E le forze ripulsive?** I solidi da taluni si definiscono per aggregati di molecole figurate, tenute in equilibrio a certe distanze fra loro *in virtù di attrazione e ripulsione energica soltanto ne'limiti di distanze insensibili*. Ora ne'li-

---

(1) Il CICCONE distingueva i corpi in quelli a molecole *coerenti*, in quelli a molecole *diffluenti*, ed in quelli a molecole *elastiche*. Atti del CONGRESSO DI NAPOLI, pag. 86.

(2) Nelle annotazioni alla CHIMICA DEL REGNAULT (Ediz. C. POMBA e C. TORINO 1851. Vol. I, pag. 409) si riportano le osservazioni di fatto del CAHOURS, che il *vapore* di acido acetico a temperatura di 152 C.° ha la densità di 2,78, mentre a quella da 219 a 231 l'ha solo di 2,09. Analoghi effetti si rilevano anco in molti *gas*, in ispecie variando le pressioni cui soggiacciono.

quidi la distanza tra le molecole aumenta; quindi quella ripulsione dovrebbe scemare od estinguersi; ed invece e'si parrebbe che dovesse aumentare, se la forza d'*attrazione* mercè la maggior distanza è scemata. Ma la forza che si oppone all'attrazione molecolare, ossia che mantiene nel liquido e più nel gas le molecole a distanze maggiori che non comporterebbe il loro vicendevole attraimento, si attribuisce alla forza ripulsiva del calorico. Ecco adunque la necessità di due forze ripulsive, una della materia che sino ad un certo grado travaglia perchè le molecole o gli atomi troppo non s'accostino tra loro, per cedere poi l'ufficio di discostarle viemmaggiormente ad altra forza ripulsiva non sua, ma del calorico. Se vogliamo seguire i principii al § 1951 statuiti pel mio concetto: 1° si scambiano due cagioni assegnate ad un medesimo effetto, in una sola: in 2° luogo la natura della impulsione è analoga all'altre forze, e può tenersi per un più intenso grado d'attrazione (§ 2011) mentre la natura delle supposte forze ripulsive è a dirittura il suo contrario (V. § 2064 in nota).

2028. **E l'equilibrio degli atomi?** Ogni corpo o aggregato di materia esige uno sforzo per fargli acquistare un maggiore o minor volume. Nel primo caso, per conseguire di allontanare tra loro le molecole che lo compongono, conviene vincere la forza d'attrazione molecolare per cui stanno tra loro a distanze, oltre le quali, cioè aumentando i loro interstizi, dicesi, non istanno più in equilibrio. Per converso volendo ravvicinarle, cioè diminuire quegl'intervalli, è d'uopo di una forza di compressione da soperchiare la resistenza che le molecole oppongono in causa di quella forza di *repulsione* per cui mantengonsi a certa distanza tra loro: distanza che pretendono non potersi scemare senza pure disturbare quel tale loro equilibrio.

Se ciò fosse vero, un corpo compresso, un pezzo di metallo battuto non avrebbe dunque le sue molecole, o i suoi atomi tra loro in equilibrio (1). Lo stesso metallo si troverebbe egli in equilibrio in Siberia quando la temperatura vi è sotto zero, ovvero sotto i tropici dove vi è tanto superiore? e tuttavia una stessa massa di ferro ha certamente maggior volume a 20 gradi sopra zero che ad altrettanti sotto zero. Se il leggitore porrà mente a questi studi filo per filo, conchiuderà molto più semplice la ragione dell'equilibrio degli atomi, che non quella direttamente dalle compressioni, e ripulsioni originata.

Conchiudiamo.

[2] Prefinizione di cinque stati della materia.

2029. **Stato de'corpi.** Mentre adunque distinguono i fisici i corpi in tre stati diversi, io n'aggiungo un quarto, per cui avremo corpi 1° *solidi*, 2° *liquidi*, 3° *gasosi*, 4° *eterei*, e ne risico eziandio un 5° ch'è de' *biotici*, da meglio comprendere, come sopraccennai, nella IV SEZIONE.

1°. **Solidi** si rappresentano i corpi, quando sono aggregati di molecole materiali unite ad atomi eterei che non alterano gli intervalli esistenti tra quelle in modo da elidere la loro reciproca attrazione molecolare. In questo stato gli assi

---

(1) Non è da confondere la mancanza d'equilibrio di cui ora è parola, con quello stato di *fragilezza* nel seguente § 2089 dichiarata.

di figura delle molecole o aggregati d'atomi materiali, in virtù della vicendevole attrazione si dispongono in data foggia cui si dà nome d'*orientazione*, per cui resistono a cambiare di situazione e quindi la figura o forma de' loro aggregati; la quale resistenza costituisce il rispettivo equilibrio e rigidezza.

La *solidità* non è assoluta, essa passa per infiniti gradi di tenacità o di rigidezza, o consistenza, quanto ponno esservene tra la mollezza della gelatina e la durezza del diamante. Il carattere della solidità consiste nella facoltà, che ha un aggregato qualunque di materia, di assumere una forma o figura.

2°. **Liquidi** si fanno, quando la sostanza eterea interposta aumenta a segno gl' intervalli tra le molecole materiali, che l'attrazione molecolare diminuita lascia alle molecole una perfetta mobilità.

La *liquidità* non è assoluta: la lava e la ghisa in fusione hanno liquidità sommamente inferiore a quella dell'acqua, dell'alcool ecc. È liquido il mercurio, uno sciroppo, un olio e tanti corpi che diciamo vischiosi, ogni volta insomma che la materia non può assumere da sè una forma o figura, e si adatta a quella de'vasi in cui sia contenuta.

3°. **Gasosi**, quando l'aumento della sostanza eterea interposta tra le molecole materiali, si fa notevole anco negl' interstizi esistenti tra gli atomi di materia componenti quelle molecole, le quali perciò riduconsi a masse così minime da non esercitare alcun'attrazione onde si colleghino alle altre.

La *gaseità* non è assoluta, e la materia gasosa ha una densità che passa per gradi diversissimi, quanti ponnovi essere tra lo stato di vapore e quello di gas propriamente detto.

4°. **Eterei** quando tanta sostanza eterea è pervenuta ad occupare gl'intervalli esistenti tra gli atomi materiali, che le molecole scompaiono risolvendosi negli atomi medesimi.

Lo stato etereo eziandio non è assoluto e passa per gradi diversi quanti esistono tra lo stato in cui gli atomi materiali sono commisti agli eterei, e quello in cui questi da soli si trovano, nel qual caso hannovi pure differenze notevoli.

5°. **Biotico** quando la materia concorre ad informare la sostanza organica.

2030. Il cambiamento adunque di stato della materia da solido a liquido, a gasoso, ad etereo, dipende dall'aggiunta più o men grande di eterea sostanza, o dalla sua diversa distribuzione, o infine dalla natura de'movimenti vibratorii, o di corrente, o di getti, diversi d' intensione, d'ampiezza e di velocità, e quindi capaci d'effetti altrettanto svariati che stupendi.

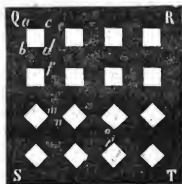
2031. Le **avvertenze** del § 2021 hanno richiamato l'attenzione sulla doppia influenza dell'etere, potendo agire colla sua diversa densità, ovvero anche col diverso grado d'*impulsione* di cui sia dotato. Ma conviene por mente a non confondere l' idea del maggior volume d'un corpo col diverso grado di coesione tra le sue molecole. Mi spiego più lucidamente.

2032. Esempio. L'acqua è composta d'ossigeno e d'idrogeno: se nol sapesse l'agronomo l'apprenderà dalla CHIMICA AGRARIA. Ora nell'aria vi sono molecole di ossigeno e d'idrogeno: posso adunque conchiudere che nell'aria si trova dell'acqua, acciò il dica per volgare, disfatta, e perciò in quel IV° stato ch'ho paragonato all'etereo nel § 2017. Diminuisce l' intensione o la densità della sostanza eterea in cui trovavansi disperse quelle molecole d'ossigeno e d'idrogeno, o come s'esprime

più comunalmente, diminuisce la temperatura, ed allora l'ossigeno coll'idrogeno ravvicinandosi si accoppiano, si collegano, cioè chimicamente si *combinano* rifacendosi molecole d'acqua sì tenui e leggere da comporsi in nubi. Ed ecco assunto da quella stessa materiale sostanza, ossigeno ed idrogeno, il III° stato, cioè di vapore. Prosegue la diminuzione dell'eterea sostanza interposta tra quelle molecole, ossia scema ulteriormente la temperatura, e quindi le molecole si accostano ognor più componendosi in gocciole d'acqua, ch'è quel II° stato. Se lo scemamento di etere, cioè di temperatura ancora proceda, quelle molecole acquee ognor più vicine compongonsi nel I° stato, ossia in solido molle, ad esempio la neve (1), e dipoi in ghiaccio, o, che il cielo ne scampi, in ben solida grandine.

2033. Prendi un po' di quel ghiaccio o di quella grandine, hai dell'acqua *solida*: v'aggiugni un po' d'etere, intendi un po'di calore, e in acqua *liquida* la fondi: cresci la dose d'etere, cioè scalda l'acqua *liquida*, finchè bolla, e la vedi sparire in acqua *vapore* (2); o se questo vapore salga nell'aere secca e abbastanza calda, dileguerà sparpagliandosi in ossigeno ed idrogeno, ove incontri le circostanze che la CHIMICA AGRARIA noterà convenevoli.

2034. Dubbio. Quell'acqua *solida*, a rigor di premesse, dovrebbe occupare minor volume della *liquida*, e questa meno del *vapore*, e via dicendo. Or ciò si avvera egli o non piuttosto in parte il contrario? Se in una boccia d'acqua, questa in ghiaccio rapprenda, anzichè scemar di volume aumenta sì da scoppiarne la bottiglia. Nella SEZIONE III meglio chiarirò questo fenomeno. Il qual però riesce opportuno per notare intanto come l'*orientamento* delle molecole ne'solidi (§ 2029) possa disporle in più prossimo contatto, avvegnachè in complesso l'aggregato loro a maggiore spazio si estenda. Riguardisi la figura 518 ove Q R S T ci offeriva esempio di molecole di un corpo liquido. Nella fig. 519 riproduco le stesse molecole **1**, **2**, **3**, **4**, **5**, **6**, **7** e **8**: e l'altre **8**, cioè dal **9** al **16** le raffiguro similmente, se non che in posizione diversa, come indica la figura. Tra centro e centro d'ogni molecola le distanze sono le medesime, per quelle dall' **1** all' **8**, come dal **9** al **16**: ma gli atomi d'angolo in queste ultime riescono assai più prossimi, e il danno a divedere, a mo' d'esempio, *m* ed *n* molto più vicini tra loro che non *c* ed *e*; e similmente *o* e *p* più di *d* ed *f*.

Fig. 519.

Per non entrare in subbietto mentosto fisico che chimico, quale non possa il lettore antisapere, gli basti l'esposto caso per dimostrare la possibilità nelle molecole di disporsi di guisa per la quale gli effetti della *coesione* entro spazio relativamente minore possano crescere a modo d'indurre lo stato di solidità nel

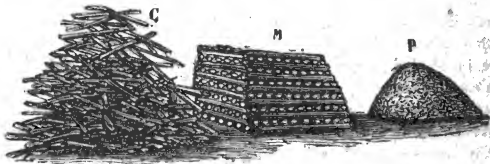
---

(1) Al raffreddamento prodotto da un ciel sereno attribuivasi sia da'tempi d'ARISTOTELE la formazione della rugiada. DE COELO. Lib. II. Cap. 14.

(2) Nel libro delle *Pneumatiche* (*Pneumaticorum*, Lib. III), il PORTA parla de' mezzi per conoscere in quale quantità d'aria trasformasi una data quantità d'acqua. Al quale proposito Guglielmo LIBRI così: *cet air n'est autre chose que la vapeur, et l'on ne peut se refuser à voir ici une des premières applications faites par les modernes de ce puissant moteur.* LIBRI. Hist. des Sc. Mathém. Tome IV, pag. 134.

corpo dianzi liquido. Senza aumento notevole d'etere, purchè la sua presenza lasci facoltà a quella *coesione* di richiamare le molecole a diverso modo d'*orientamento* il corpo occuperà spazio maggiore o minore.

2035. Come accadrà per converso che un solido liquefacendosi offra minor volume? può farsene idea prendendo scelti bastoncelli di carbone abbastanza uniformi di lunghezza e grossezza. Gettati confusamente formeranno un mucchio C assai maggiore della piccola massa M in cui ponno comporsi disponendoli regolarmente nel modo espresso nella fig. 520. Se pestandoli disgreghi que'cilindri

Fig. 520.

e li riduci in polvere, vincendo colla percossa la coesione onde le molecole s'aggregavano in quei bastoncelli, il mucchio P di polvere sarà minore del mucchio C ed anche del mucchio M. Da cotesto fatto assai ovvio può rimontarsi alla causa, a mo'di dire, meccanica, onde il vario stato dei corpi materiali s'assume, e formarne quel concetto che a questi studi agrologici torna bastevole.

Art. III. Proprietà della sostanza materiale.

2036. Le **proprietà della materia** sono di due fatte: generali e particolari. Quelle a tutta quanta la materia pertengono: queste ad alcuni gruppi della medesima devolute.

1° *Proprietà generali* dai fisici si vogliono l'*estensione*, l'*impenetrabilità*, la *divisibilità*, *la porosità*, la *rarefattibilità*, *la compressibilità*, l'*elasticità*, l'*inerzia* e la *mobilità*.

Desse, meno l'ultima, chiamansi da alcuni fisici proprietà *statiche*, come lo sono pure le seguenti, non essendovi altra differenza che le *generali* si considerano appartenere a tutta la materia, e possiamo dire a tutta la sostanza universale, cioè *materiale*, *eterea* ed *organica*. Dell'*estensione* e dell'*inerzia* s' è detto al § 1937 e 1964; della *mobilità* al § 1967; della *elasticità*, benchè più pertinente alla sostanza *eterea* ed all'*organica*, che alla *materia* inerte, farò pur cenno coll'altre.

2° *Proprietà speciali* o caratteristiche osservansi ne' corpi, oltre alle generali: altre ne posseggono infatti quelli compresi nel così detto regno *mineralogico*, altre nel *vegetale*, altre infine nell'*animale*: cioè sono, secondo il nostro metodo, peculiari alla sostanza *materiale*, alla sostanza *eterea*, ed alla sostanza *organica*, onde la piupparte in questa SEZIONE non ricorrono opportune.

[1] Proprietà generali.

2037. La materia è incorrottibile (1). Quando Napoleone rispondea all'egualmente grande LAGRANGE, che era ancora da scoprire *le monde des détails*, prevedeva egli che tutte le scienze della filosofia positiva doveano rivolgersi alla scoperta del *mondo dei piccoli, degli infinitesimi?* Immensa è la materia, considerata nella enorme sua quantità diffusa negl'infiniti corpi dell'universo. Ma la minimissima polvere, per così dire, impercettibile ai nostri sensi, di cui si compone, in cui si divide e risolvesi, è congerie di atomi, tutti immutevoli, inalterabili, eterni. Le varie forme di cui sono dotati, le infinite maniere con cui ponno aggregarsi in molecole e con queste in masse o corpi, che dir si vogliano, svelano il segreto di tutti i fenomeni di struttura e di mutabilità che si moltiplicano all'infinito mercè le due grandi forze della natura, l'*impulsione* e l'*attrazione*.

2038. A un bel fuoco mi riscaldo, finchè lo nutro di combustibili; cessando questi, cessa il calore. Cotesta *sostanza* eterea com'è dunque non solo mutabile, ma del tutto manchevole se gli cessi l'alimento, mentre s'è posto (§ 2036) ogni generale proprietà della sostanza *materiale* competere anche all'*eterea?*

L'antico ZENONE replicherebbe, *il fuoco più puro è il Sole* (2), cui ho detto nucleo d'*etere* (§ 1947) del quale CICERONE affermava pur composti gli astri (3) come vollero gl'INDIANI (4). Dico replicherebbe, conciossiachè niuno vorrebbe propugnare lo spegnimento del Sole. Ma ristando al calore pur del focolare, ne ho indotta espressamente quella obbiezione, perchè non si confondano *atomi*, *enti*, e *monadi* coi corpi cui possano informare. Questi ponno essere e il sono anzi, ineluttabilmente mutevoli, o vuoi perituri: gli elementi loro invece hanno proprietà d'immutevoli e incorruttibili, come si proverà eziandio per quella forma di sostanza eterea cui diciamo calorico. Il cui effetto sensibile, il calore, può attutirsi e spegnersi senza che la sua sostanza punto s'usi o sminuisca; non altrimenti che se il Sole potesse sì dilargar le sue macchie (5) da divenir incospicuo e intenebrire anche di giorno i futuri che abitassero questo terracqueo pianeta tra qualche migliaio di secoli, tuttavolta la sostanza eterea di cui si compone, punto punto scemar non potrebbe. Nè si paiano queste affermazioni iperbole o paradosse, finchè l'altre della III SEZIONE non sieno vedute.

---

(1) Comincio da quella comunemente ommessa, e quantunque n'abbia già nel § 30 favellato: lo che prova com'io la riguardi per fisica proprietà fondamentale. L'incorrottibile ha qui significato d'*indistruggibile*, quale l'usò il SEGNI. *Com'è, verbigrazia, l'Anima del mondo, e la materia ond'egli è composto ch'è incorrottibile*. Trad. dell'Etica d'Arist. II. 303.

(2) *Sol ignis purissimus*. DIOG. LAERT. *Zeno*.

(3) *(Astra) ex mobilissima purissimaque aëris parte gignuntur, neque ulla præterea sunt admixta materia*. CICERO. De nat. Deor. L. 2, p. 134. CANTABRIGIÆ.

(4) Megastenes *narrat sentire* (Bracmanes) *præter quatuor elementa*, quintam *quandam naturam esse, ex quâ* cœlum astraque *constent*. STRAB. L. 15. T. II. AMSTELOD. 1707, p. 1713.

(5) Le macchie del Sole (forse intravvedute dall'ADELINO nell'807) discoperte da GALILEO (§ 1913) nel 1612, hanno un'influenza meteorologica, secondo WILLIAM HERSCHELL, che si apprezzerà nel III LIBRO, e una relazione colle variazioni magnetiche, colle aurore boreali e coi terremoti, secondo il WOLF. Compt. Rendu de l'ACAD. DES SCIENCES. 8 Nov. 1852.

2039. Impenetrabilità (1). Togli al corpo ogni sostanza eterea e gl'intervalli tra i suoi atomi, allora la materia ponderabile si restrignerà a volume minimo sì, ma non diminuibile ulteriormente. Immergendo un bicchiere vuoto capovolto B (figura 521) nell'acqua del bacinetto V V l'aria contenuta nel bicchiere non permette all'acqua d'entrarvi. Però, risponderai, se ripeti la prova osservando a dovere, entra pure una parte d'acqua, fino, per esempio, all'altezza *m m*. Egregiamente risposto: ma questo avviene perchè gli atomi materiali ed eterei di cui l'aria componesi, si stringono fra loro, e diminuiscono gli intervalli anzidetti. Che se con mezzi gagliardi premi il bicchiere, e in pari tempo impedisci all'acqua del bacinetto di alzarsi di livello, il bicchiere schianterà prima che accogliere maggior copia d'acqua.

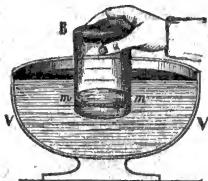



Fig. 521.

E se fosse così saldo da non rompersi? allora potrà l'acqua insensibilmente costiparsi, ma l'aria per far posto all'acqua nel bicchiere (se giugnesse a tanto la forza premente e la resistenza de'vasi) finirebbe per riscaldarsi (2), cioè a dire, per espellere quegli atomi eterei, i quali producono gli effetti del calore come sarà meglio chiarito e dimostrato a suo luogo.

Adunque l'*impenetrabilità* è proprietà della materia, cioè non dei *corpi*, nè delle *molecole*, ma unicamente degli *atomi*, *enti* e *monadi*; in quanto che tutti quelli ponno dividersi, e questi soltanto sono *indivisibili*. Quando versate acqua nel vino vi nasce dubbio d'una tal quale penetrazione, mentre accade solo una mescolanza tra loro; qualche volta il volume totale di due liquidi, come spirito di vino ed acqua, è minore della somma de'due volumi separati, ma ciò avviene perchè sono diminuiti gli interstizii (§ 1953) esistenti tra le loro molecole. La *porosità* de'corpi (§ 2043) renderà più evidente la *impenetrabilità* sempre riguardata negli atomi della sostanza di cui si compongono, perciocchè havvi quella *impenetrabilità* relativa per la quale, ad esempio, il ferro, non è impenetrabile al legno, potendo un chiodo configgersi in un asse, mentre un cuneo di legno, comechè durissimo, non potrebbe mai penetrare una massa di ferro.

2040. Divisibilità. Tutti i corpi si lasciano dividere in parti piccolissime: quindi la *divisibilità* della materia. Colla filiera si divide un grano d'oro in 20,000,000 di parti visibili. Gli infusorii sono animalucci dieci, venti, trenta volte minori de'globetti del sangue: e tuttavia hanno il loro canale digerente, degli organi secretorii, de'vasi circolatorii, siccome lo EHRENBERG (3) ha scoperto e dimostrato.

Un po'di muschio spande odore per tutta una stanza: le sono minime sue

---

(1) Il Prof. MAJOCCHI la distingue col nome d'*incompenetrabilità*. Elem. cit. Tom. I, pag. 29.

(2) *L'air comprimé subitement devient incandescent*. LIEBIG. Introd. à l'Étude de la Chimie. PARIS 1837, pag. 23.

(3) EHRENBERG. *Die Infusionsthierchen* ecc. LIPSIA 1838.

particelle voleggianti per l'ambiente, che emanano da quel corpo senza ch'esso scemi sensibilmente di peso. In un ambiente, ad esempio, largo 5 metri, alto 5, e lungo 8 la cui capacità sarebbe $5 \times 5 \times 8 = 200$ metri cubici (CAP. VI) ogni metro cubico contenendo 1000 milioni di millimetri cubici, se in ogni millimetro cubico vi sieno solo 10 parti odorose, ne viene che quel muschio emana 2 000 000 milioni di particelle senza diminuire di peso! Mezzo grano metrico, ossia chilogrammi 0,00005, di carminio sciolto in 15 chilogrammi d'acqua basta per tingere tante matasse di filo di lino da comporre una lunghezza di 90 chilometri, ossia 90 mila metri, eguali a 90 milioni di millimetri. E perchè ogni millimetro può dividersi in 8 parti, ciascuna delle quali avrebbe pure la sua minima porzione di carminio, quindi il mezzo grano metrico di questo rimane visibilmente *divisibile* in più di 700 milioni di parti. Poco più di mezzo grano metrico d'oro, cioè chilogr. 0,00006, dal battiloro dividesi in 50 quadratelli, ciascuno de'quali ha 30 millimetri di lato, e può dividersi in 57600 punti: quindi ogni mezzo grano metrico d'oro risulta divisibile in quasi 3 milioni di particelle (1). Diciamo adunque indefinita la *divisibilità* dei corpi, perchè coi nostri mezzi non possiamo giugnere a dividerli oltre un dato limite: e non infinita, perchè la materia riducesi ad ultimi atomi indivisibili, senzachè materia non sarebbe. La CHIMICA, come si vedrà più innanzi, suppone di conoscere le dimensioni di cotali atomi invariabili nel loro peso e volume.

Se l'esperienza e l'industria non ci facessero ognor più accorti della *divisibilità* de'corpi, noi il comprenderemmo eziandio per la natura della composizione loro, che abbiam detto constare di materia la quale è lo stesso atomo definito come punto materiale.

Dissi del Nonio, della Scala ticonica al CAP. VI, § 1141 e 1143. Nella MECCANICA AGRARIA, dirò della vite micrometrica e del coltello microtomo assai utile nell'esame anatomico della struttura de'legni ed altri organi vegetali.

2041. Altri esempi. Un filo di lana è grosso un ventesimo di millimetro, uno di *merinos* un cinquantesimo, uno di seta un centesimo. Nondimeno questi filamenti hanno una struttura differente, sono composti d'elementi diversi in cui possono dividersi parte con azione meccanica, parte con azione chimica. Scaldate nel suo mezzo un tubo esilissimo di vetro, quando è in quel punto al rosso bianco, tirando i due estremi come per separarlo, si svolge un filo di vetro lungo un braccio e fino quanto la seta: eppure questo filo è ancora abbastanza grosso per formare esso stesso un tubo pel quale si ponno far penetrare dei liquidi. Una bolla di sapone, nella sua cima misurata dal NEWTON, è una lama d'acqua di $\frac{1}{10,000}$ di millimetro di spessezza, e riducesi a una cento millesima parte di millimetro quando offre una macchia nera nell'atto di scoppiare. Le ali trasparenti degli insetti hanno circa eguale spessezza, ed è perciò che brillano, perchè i corpi si colorano nelle più vive forme quando non hanno oltre qualche centomillesima parte di millimetro di spessezza: se però fossero anche più esigui, rimarrebbero affatto invisibili.

WOLLASTON prende un filo di platino grosso un centesimo d'oncia inglese;

(1) MAJOCCHI, loc. cit. T. I. p. 95.

lo fissa nell'asse di una forma cilindrica di 1|5 di oncia di diametro che riempie d'argento in fusione. Se n' ha un cilindro d'argento, di cui il filo di platino è l'asse; passandolo alla trafila, i due metalli s'allungano conservando fra loro lo stesso rapporto di grossezza, e quando si è arrivati al massimo di finezza, coll'acido nitrico si leva l'inviluppo d'argento e rimane un filo di platino di $\frac{1}{12.000}$ di millimetro, di cui più di **140** sarebbero necessari per fare un fascio grosso come bava di seta.

Il sangue si compone di un'infinità degli accennati globuli (§ **2040**) nuotanti nel liquido detto *siero*, come scoprirono contemporaneamente il MALPIGHI e il LEUWENHOECK; globuli sferici nel sangue dell'uomo e dei mammiferi, oblunghi negli uccelli e nei pesci: i più grossi osservati, sono nel callitrico d'Africa $\frac{1}{125}$ di millimetro, i più piccoli nella capra $\frac{1}{350}$ di millimetro. Nell'uomo si calcolano di $\frac{1}{150}$. Dunque in una minima goccia di sangue vi ha un milione di globuli. Eppure possono essere divisi per azione chimica, e di certo nella nutrizione danno origine a corpuscoli più piccoli, perchè le fibre muscolari ed altri tessuti si compongono di globuletti differenti, e molto più piccoli di quelli del sangue.

2042. Torno ai citati esseri minimissimi. Prendi nella state un po'di fieno, e tagliatolo minutamente, formane piccolo mucchio entro tazza di vetro, versandovi acqua che lo copra interamente, ed aggiugnendone di poi, quando la prima assorbita. Dopo alcun giorno vedrai formarsi della schiuma; reca una goccia di questo liquido schiumoso sul porta-oggetti del microscopio, e vedrai in copia animalucci diversi che tra pochi giorni crescono di grossezza e di numero. Alcuni ovali, con piccole zampe e con fibrille alla testa, che agitano per agguantare altri minimi animalucci anche più piccoli di loro. Se il microscopio è abbastanza amplificatore, colorando quelle gocce con un liquido, scorgesi la di lui penetrazione entro ai corpuscoli di quegli infinitesimi esseri. Onde potrai far concetto del grado prodigioso di minutezza cui può giugnere la *divisibilità* della materia ed in pari tempo, ciò che non è meno sorprendente, come possa anche così ridotta conservare le proprietà tutte che nelle sue porzioni maggiori si disvelano.

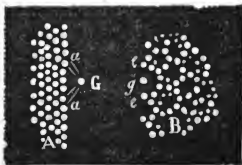
Questa proprietà d'indefinita attenuazione è di gran momento per ispiegare la nutrizione de'vegetabili e degli animali. Spiega inoltre come l'attrazione molecolare aumenti quanto più i corpi sono divisi, semprecchè queste particelle si conservino in conveniente stato di contiguità. Una molecola di terra la quale presenti una superficie di **72** millimetri quadrati divisa in otto parti presenta una superficie aumentata in ragione del numero delle parti medesime: se dunque offriva alle radici delle piante la superficie di **72**, così divisa l'offre di $3 \times 6 \times 8 = 144$. Questo caso suppone la divisione in parti eguali tra loro e simili all'intero, ma tuttavia dimostra quale influenza eserciti il lavoro della terra mercè la divisione meccanica del suolo per cui a migliaia e migliaia s'accrescono i punti di contatto tra il terreno e le radici.

2043. Porosità. Mescolate un litro di spirito di vino con un litro d'acqua (§ 2039) e troverete che il miscuglio sarà minore di due litri. Questo significa che una parte dello spirito di vino s'è incantucciata entro quegl'intervalli esistenti tra le molecole dell'acqua o viceversa. I quali intervalli chiamansi *pori*,

e *porosità* questa proprietà de' corpi, la quale è dovuta alla presenza della *sostanza eterea* che impedisce agli atomi ed alle molecole *materiali* di aderire esattamente tra loro. Tagliando legno in sottilissime lamine vi si scorge agevolmente una moltitudine di *pori*, i quali veggonsi pure ad occhio nudo nelle spugne, nel sughero ecc., mentre col microscopio si distinguono anche ne' corpi più compatti, come i metalli, il diamante ecc. La carta, il legno, e molte sostanze organiche s'imbevono, come suol dirsi, d'acqua, di olio e d'altri liquidi: l'oro ed altri metalli lasciano penetrare il mercurio e negli stessi marmi si insinuano fluidi coloranti, ed anche l'acqua stessa sotto forti pressioni.

La *porosità* è una delle proprietà più essenziali del terreno coltivabile, come sarà detto nel IV LIBRO. Tutti i corpi contengono, oltre la materia ponderabile, la sostanza eterea ne' *pori* o interstizii tra le molecole, e tra gli atomi loro, ma forse tutti contengono anco dell'aria. I metalli, e l'acqua stessa collocansi nei recipienti della macchina pneumatica; nell'atto che da questa si estrae l'aria, dilatasi quella interna dei corpi sottoposti all'esperienza, onde copronsi alla superficie di bollicine d'aria ch'esce dai loro pori. Si vedrà in acconcio luogo, come dalla porosità delle sostanze organiche dipendano funzioni principali della vita (1).

2044. Avvertenza. Tuttavolta non è da confondere la *porosità* delle sostanze organiche con quella della materia. Nella quale i *pori* sono gli spazi o interstizi tra molecola e molecola, e tra atomo ed atomo. Invece nelle sostanze organiche i *pori* sono veri forellini o tubetti destinati a speciali funzioni. Del resto la *porosità* della materia ci è dimostrata da corpi anche assai solidi e densi e ce ne rende accorti la trasparenza del vetro e delle pietre preziose, non che l'accesso che offrono i metalli ai dissolventi chimici, per cui acidi potenti pervengono a sciogliere i metalli più duri. Perchè poi in certe mescolanze o soluzioni, come nell'addotto esempio dello spirito di vino coll'acqua, o dell'acido solforico coll'acqua stessa, il volume del miscuglio riesca minore della somma de' due volumi delle sostanze mescolate, da un volgare confronto si può dischiarare. Gettando un ettolitro di miglio in 10 ettolitri di frumento, e più se si adoperi polvere invece del miglio, la misura del frumento coll'aggiunta della polvere punto non cresce. La polvere s' annicchia negli intervalli esistenti tra i grani del frumento appunto come le molecole dello spirito di vino, e dell'acido solforico trovano posto tra quelle dell'acqua. Altra spiegazione, in certo senso meccanica, è da notare sulla facoltà di assorbire i gas, che il FONTANA disvelò il primo nei corpi porosi. La molecola (o atomo G fig. 522) gasosa la quale trovisi di faccia al corpo meno poroso A risente l'attrazione della di lui molecola *m*, e appena quella delle molecole *aa*

Fig. 522.

(1) Dal LEUWENHOEK si sono contati col microscopio nella lunghezza d'un millimetro della nostra cute 55 pori: cioè 3025 in un millimetro quadrato, e valutando la superficie totale del corpo di un uomo di media grandezza a metri quadrati 1,50, vi si trovano più di 4537 milioni di pori.

ecc. L'altra molecola *g* ad egual distanza dalla superficie del corpo più poroso B, s'annicchia in quella cavità come palesa la figura, e risente l'influenza di tutte le molecole componenti la superficie di quel piccolo emisfero. Vedremo a suo luogo il sommo vantaggio che reca la porosità d'alcune specie d'ingrassi e terricci nella coltivazione.

2045. Densità. L'estensione d'un corpo si compone (§ 1938) dello spazio occupato dalle molecole *materiali*, e di quello comprendente le molecole eteree e gl' interstizii tra loro esistenti; ossia spazio rappresentato dai pori, sieno essi parte ripieni di molecole eteree, parte vuoti (§ 1955). Quanto maggiore lo spazio riservato a cotesti *pori* sotto un dato volume, tanto minore quello occupato dalle molecole materiali. Ora il volume totale del corpo è quello apparente, ma, come il dissi, suo volume reale è quello risultante dalla *massa* delle sue molecole componenti, e perciò detto *massa* (§ 1939). Il rapporto tra questa *massa* e il *volume* rappresentato dalle esterne dimensioni, è quello che dicesi *densità*. La quale è minore a pari circostanze quanto è maggiore la *porosità* del corpo, ossia maggiore il numero e l'ampiezza de' pori contenuti in dato corpo.

Riempiendo un vaso di terra soffice e sciolta, ne risulterà un peso: pigiandola dovrò aggiugnere altra terra perchè il vaso di nuovo si ripieni. Tutta questa terra aggiunta è una specie di grossolana misura d'estensione della *porosità* che avea quella terra prima di pigiarla e l'aumento di peso è un altro termine d'estimazione.

La soverchia *densità* del terreno potrebbe nuocere nel senso d'impedirne la *permeabilità* all'aria atmosferica, ed in questi casi è da riguardarsi dal piantare gli alberi troppo profondi. Gli inconvenienti però sono maggiori quando il terreno pecchi per soverchia *tenacità* (§ 2006) ossia per eccesso di *coesione*.

2046. Elasticità. Lasciando cadere una palla di avório sovra un piano di marmo, essa balza risalendo in ragione dell'altezza onde mosse. Se dianzi unto il piano o annerito col fumo, scorgesi un piccolo circolo del diametro di qualche millimetro ove ha toccato la palla. Questa però essendo sferica non avrebbe potuto toccarlo che in un punto: l'ha dunque toccato con estensione eguale a quel circolo. Esaminando la palla non trovasi minimamente schiacciata: dunque nel dare il colpo si schiaccia, ma colla sua elasticità si restaura nella sua forma rotonda.

I geometri assegnano ai vari corpi un modulo per così dire d'*elasticità*, che chiamano *coefficiente d'elasticità*, diverso da un corpo all'altro, e costante per uno stesso corpo, ma suscettivo di modificazioni proporzionali alle conchiusioni del WERTHEIM (1) quando vi sieno coordinate le osservazioni dal LAMÉ (2) non ha guari esternate.

(1) Il COEFFICIENTE D'ELASTICITÀ, 1° aumenta o decresce in uno stesso metallo, secondo che aumenta o decresce la sua densità.

2° decresce elevandosi la temperatura, in maggior proporzione che non colla dilatazione corrispondente alla temperatura più elevata.

3° si conserva eguale per le verghe o fili durante l'applicazione dei pesi, finchè non sono presso al massimo di allungamento, dopo il quale si rompono,

4° cessa quando l'allungamento si fa permanente, lo che si ottiene colla permanente azione del peso per un tempo durevole, ovvero coll'accrescere il peso.

5° l'allungamento permanente massimo cresce in ragione della lentezza con cui aumentasi il peso.

(2) Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tom. XXXV, pag. 459 ecc. (4 Octobre 1852).

2047. Tra i **corpi elastici**, sono da notare i seguenti.

METALLI; *bronzo, acciaio, ferro, rame, argento, oro, stagno e piombo.*

Altri SOLIDI; *vetro, marmo* ecc.

LIQUIDI; *etere solforico, alcoole, essenza di trementina, acqua, mercurio* ecc.

SOSTANZE ANIMALI; *avorio, piume, peli, cartilagini, lana, osso di balena, corde di minugia, fili di seta, crine, cuoi* ecc.

SOSTANZE VEGETALI; *cotone, lino, alcuni legni* ecc.

SOSTANZE AERIFORMI, *e* SOSTANZA ETEREA; ne sarà detto a suo luogo.

2048. Per **quattro modi** promuovesi il fenomeno della elasticità;

Per PRESSIONE; comprimendo una vescica gonfia d'aria, cessata la compressione, la parte premuta racquista la sua forma.

Per FLESSIONE; piegando un ramo d'albero, in ispecie un venco, un salice, cessando quella flessione ritorna al suo stato, come la spada d'acciaio, o la canna d'india, incurvate.

Per TORSIONE; quando col randello torcesi il cappio della fune con cui strignesi il fieno o la paglia o altro sul carro, se il randello non si leghi, per la torsione esercitata la fune disvincolandosi giugne a lanciarlo con violenza.

Per TRAZIONE; tirando da due lati opposti un pezzo rettangolare di gomma elastica, s'allunga, stringendosi per l'altro verso; cessata la trazione ripiglia la sua forma, come la corda nel mentre che i bovi trascinano il peso si slunga, per raccorciarsi finita la *trazione*.

2049. La forma dei corpi, la direzione della forza applicata, la posizione del punto ove s'applica, e quella de' punti fissi, determinano quel grado di flessione che l'*elasticità* più o meno vale a riordinare, se il corpo non si rompe o se la forza esterna non sorpassa i limiti cui può l'*elasticità* stessa pervenire. Tutti riconoscono più flessibili i fili e lamine quanto più sottili, ed esservi grossezze nelle quali sta il limite della loro pieghevolezza.

Lo SGRAVESANDE stirava lamine e fili di metallo mercè due morse fisse in una tavola, sospendendo pesi nel mezzo e misurando la distanza della saetta dell'arco fatto dai fili e dalle lamine. Egli ne dedusse la legge seguente:

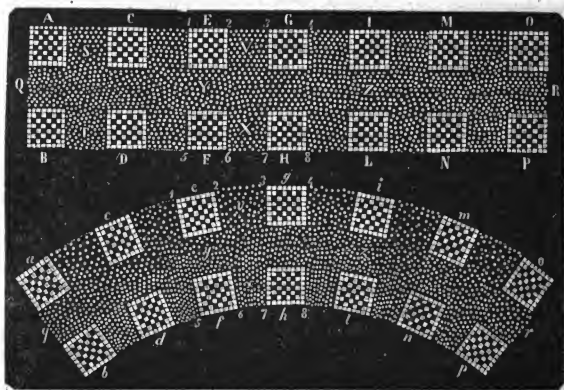
L'allungamento d'un filo stirato nel senso della sua lunghezza da un peso che non distrugga la sua *elasticità*, nè la sminuisca, onde tolto il peso il filo riducasi alla sua lunghezza primitiva, è proporzionale al peso medesimo, qualunque sia la tensione primiera del filo.

Nella MECCANICA AGRICOLA si terrà conto d'altri fenomeni dell'elasticità sia di pressione, sia di torsione ecc., non che dell'urto de' corpi elastici.

Notiamo intanto che quando si trucchia una palla giuocando alle pallottole da terra, se il colpo è ben fatto la palla lanciata si ferma appena preso il posto dell'altra colpita che se ne va con tutta la velocità che l'altra avea, e gli ha trasmessa. Se si pongono diverse palle in fila l'una all'altra e si percuota la prima, l'ultima sola si muove e corre via, mentre l'intermedie punto non risentono della percossa. Se le palle fossero affatto prive d'elasticità, tutte si muoverebbero come un corpo rigido, e quella prima lanciata dopo il colpo trasmesso, immobile non si rimarrebbe.

2050. Un'**idea materiale della elasticità** vuolsi rappresentare nella fig. 525. Il pezzo di verga elastica A BPO è composto di molecole materiali A

B, C ecc. e di sostanza eterea ne' suoi pori e interstizii S, T, Y ecc. Sia piegata

Fig. 523.

nella posizione *abop*; la dimensione Q R non si altererà foggiandosi secondo la curva *gyzr* : ma lo spigolo AO dovrà alquanto allungarsi in *ao*, e per converso secondo *bp* scortarsi lo spigolo BP. Le molecole A, C, E, G, I, M, O dovranno slontanarsi nello assumere le posizioni di *a*, *c*, *e*, *g*, *i*, *m*, *o*: accostarsi l'altre B, D ecc. nel disporsi come *b*, *d* ecc. Perciò l'intervallo S maggiore di quello ch'è tra *b* e *d*, invece l'interstizio T minore di quello ch'è tra *a* e *c*, e via dicendo degli altri.

Cessate la forza onde la tenete incurvata, e la verga ripiglierà la sua posizione in virtù delle due cause seguenti:

1° per l'attrazione la molecola *a* tenderà a riaccostarsi alla molecola *c* come erano prima A e C, e così avverrà di tutte le altre.

2° per la impulsione la sostanza eterea trovandosi più addensata tra *b* e *d* che tra *a* e *c*, per rimettersi in equilibrio dilaterà in eguali spazii com'erano prima S e T.

È poi agevole rilevare che la posizione d'equilibrio di quelle molecole fra loro, e coll'etere interposto, esigeva quella condizione della molecola E, ad esempio, di egualmente distare dalla G che dalla F, e scambievolmente la F dalla H quanto dalla E. Invece nella forzata collocazione la *e* rimane assai più discosta dalla *g* che non dalla *f*: e questa avvicinata all'*h* più che nol sia dalla *e*: molto più prossimane la *f* e la *h* che non l'*e* e la *g* ecc.

Cotali molecole compongonsi poi d'atomi, tra quali necessariamente accadono analoghi spostamenti, a modo che sendo essi impenetrabili e incompressibili, le molecole (a differenza di quanto per ragione di semplicità rappresenta la figura), comprimonsi alquanto dalla parte concava, come sarebbero gli spigoli

5, 6 per la molecola *f*, e 7, 8 per la *h*: dilargano per l'opposito nel convesso come l'1, 2 nella molecola *e*, ed il 3, 4 nella *g*.

Gli è dunque un problema affatto meccanico, e la dilatazione della faccia dal lato convesso e costipazione dell'altra, ne' corpi elastici frequente s'offrono in pratica volendo ad esempio piegare un grosso querciuolo, comecchè verde, cui fannosi intagli, quali da sè apronsi a sbieco a foggia del ramo disegnato nella figura 524.

Fig. 524.

2051. La sostanza eterea *è la vera causa dell'elasticità* de'corpi (§ **2010**) quantunque (come s'è dimostrato) dell'attrazione molecolare si coadiuvi. Sola infatti non saprebbe questa procacciare quegli effetti, in ispecie ne' corpi gasosi la cui elasticità è sì notevole. Conciossiachè se la virtù d'attrazione era eguale tra la molecola E colla G, e tra la F colla H, l'intervallo V crescendo sino a divenir *v*, diminuisce l'intensione d'attraimento; nè solo può più eguagliare quella ch'è fra F ed H, ma molto meno contrastare alla cresciuta attrazione tra *f* e *h* tra loro ravvicinate, nè mai valere a dilargarle, condizione essenziale perchè rimossa ogni spostatura, ciascuna molecola venga come dianzi rilogata.

Per queste ed altre ragioni, la maggiore o minore elasticità de' corpi o la niuna: e vuolsi argomentare perchè col perdurare lo stato di *pressione*, o *flessione* ecc. del corpo elastico, l'elaterio suo discade e vien meno. A poco a poco la sostanza eterea si distribuisce secondo gli spazi modificati da quella nuova disposizione delle molecole, e postasi nel dovuto equilibrio, l'intensione della potenza impulsiva in *x* pareggiando quella in *v*, od *y* ecc. le molecole non ponno per sola efficacia d'attrazione le prime posture ricattare. Consegue spesso una diversa solidezza e rigidità de' corpi, di questa guisa nella loro struttura intima sconturbati. Ma ne cadrà in seguito di favellare, come degli altri casi di *torsione* e *trazione* ove la forza d'attrazione ha bensì maggiore influenza, pur l'efficiente causa nell'*impulsione* eterea è sempre da traportare.

2052. « Ne' fluidi l'accrescimento di temperatura aumenta sempre la loro elasticità, il che non avviene nei solidi (1) ». Nella III^a SEZIONE ne farò parola.

Alla *elasticità* delle molle deesi il non rompersi le ossa andando in vettura, a quella delle lane, dei crini, l'agiatezza che procuraci la morbidezza dei letti, dei *sofà* ecc. oltre mille altre applicazioni utilissime che la meccanica trae dalla forza elastica, senza parlare dei portenti delle macchine a vapore. Ma l'elasticità oltremodo interessante per l'agronomo è quella de' tessuti organici.

(1) MAJOCCHI, loc. cit. T. I, pag. 114.

Ho avvisato al ramo che deviato dalla sua natural posizione, da se stesso la riprende: il *dracocephalum moldavicum* ha pedicciuoli, che rimossi dalla loro direzione naturale, rimangono quali si pongono, onde questa pianta chiamasi *catalettica* quasi fosse affetta da catalessia, malattia per la quale animali viventi rimangonsi privi di senso, e in quella positura di corpo e di membra in cui trovansi quando ne sono sorpresi. Noi vedremo nel V Libro fenomeni sorprendenti di elasticità negli stami, antère, corolle, senza parlare delle foglie, fronde e rami, tutti organi vegetali, la cui elasticità sembra affatto fisica, ed invece in gran parte dipende dalla *vitalità* della pianta cui appartengono. Se gli agenti esteriori hanno influenza nel favorire o avversare lo sviluppo delle proprietà organiche, queste tuttavolta hanno diversa ragione, e l'elaterio in ispecie de' tessuti ed altri organi trae dalla potenza vitale delle monadi onde s'informano, come al citato Libro s'appalesa.

La forza che *piega*, *comprime*, *torce* o *stira* un corpo elastico può essere applicata in un sol tratto: però il corpo non riassume la sua forma primitiva in vigore dell'*elasticità* mediante un unico movimento contrario a quello onde il suo cangiamento di forma fu prodotto, ma con una serie di movimenti alternativi, e mano a mano decrescenti, i quali costituiscono ciò che chiamasi *vibrazione*, comecchè questa non si consideri da parecchi tra le proprietà de' corpi (1), parlandone solo nel Trattato dell'Aria.

2053. Vibrazione (2). Un filo metallico teso fortemente, pizzicato col dito e rilasciato, manda un suono, ed oscilla curvandosi successivamente e rapidamente da una parte e dall'altra della sua posizione rettilinea. Con due dita stringendola appena, questa corda cessa la vibrazione ed il suono. Quanto più tesa tanto più presto vibra, e suona più *acuto*; e più *grave*, risponde a tensione minore ed a men rapide *vibrazioni*.

Se t'avvenga fabbricare loggiato o porticale con archi rassicurati dalle così dette *chiavi di ferro*, sieno queste eguali di larghezza e grossezza ed egualmente vengano tese. Percuotendole, il loro suono egualmente grave o acuto ti renda accorto dell'eguale tensione. Quando poi la fabbrica è da qualche tempo finita, con pari mezzo puoi richiedere da quelle *chiavi*, se alcuna porzione della fabbrica abbia fatto soverchio assettamento; perciocchè il suono più acuto di alcuna di esse di confronto all'altre, indicherà se il corrispondente arco non sia troppo gravato di peso, o meno regolarmente costruttò, come farò esplicato a suo luogo.

2054. Abbiamo dunque prova che la maggiore o minor tensione rende più o meno acuto il suono, il quale è più o meno acuto perchè sono più o meno rapide le vibrazioni.

Ma il corpo, e forse tutti, ponno vibrare senza produrre suono, ed anco

---

(1) A dir vero, le proprietà de' corpi, come avverte il Prony, si offrono a noi nell'insieme in cui esistono in natura. Bensì abbiamo la facoltà di separarle intellettualmente, e comporne diversi subbietti alle nostre investigazioni. Il colore, l'estensione ecc. sono qualità coesistenti ne' corpi; ma il nostro spirito troppo limitato per apprezzarle tutte insieme, le divide, le considera isolatamente. Quindi poi la differenza nel riportarle alle varie trattazioni. V. Prony. *Nouvelle Archit. Hydraul.* Paris MDCCXC. Prem. Partie. *Notions Préliminaires.*

(2) Le ricerche de' pitagorici, probabilmente italiani, sulle vibrazioni de' corpi, sono le più antiche sperienze di fisica, dall'età remote a noi pervenute.

senza sensibile rumore, cioè a dire quantunque il nostro organo dell'udito non se ne accorga.

Ogni colpo, ogni percossa su d'un legno, d'una pietra, sveglia vibrazioni; fa rumore, ma non suono perchè produce vibrazioni che il nostro orecchio non vale a diciferare. Però una ripetizione di colpi secchi può produrre suono; il SAVART l'ha dimostrato.

La trasmissione del suono si fa ordinariamente dall'aria, ma non meno per mezzo di quanti corpi *elastici* si trovino tra il nostro orecchio e il centro delle vibrazioni (1). Un campanello sospeso nel vuoto, benchè segua a muoversi, non dà più suono; se riempi quel vuoto con gas o vapori, il suono ripetesi di nuovo. Ponendo il capo sott'acqua il FRANKLIN sentiva il suono prodotto nell'acqua stessa a distanza d'un chilometro; e quando vuol sentirsi qualche sparo di cannone, ponendo l'orecchio contro terra si giugne a percepirlo a distanza ove nell'aria o per vento o per alcun'altra causa non si distingue.

Ma se vuoi affatto escludere ogni suono da quel campanello nel vuoto, è necessario che sia appeso alla campana pneumatica mercè alcuni fili di canape non torta. Hannovi adunque corpi che non trasmettono il suono, come hannovene che il trasmettono più prontamente, altri meno.

2055. Curiosi fatti di vibrazione. Riscaldata una doccia di lastra di rame, che abbia piccolo solco nella sua faccia convessa, posandola sopra uno o due prismi di piombo, appena la convessità della lastra ne tocca gli spigoli sentesi una specie di fremito che in vero suono convertesi. Vibra essa sensibilmente, e toccandola appena con un corpo qualunque cessa ogni suono, che riproducesi cessando di toccarla senza darle alcun piccolo impulso. Si ha pure il fenomeno scaldando una pinzetta di rame e posandola su due prismi di piombo (2).

2056. La teoria di questi movimenti, afferma il MATTEUCCI, è ancora oscura. Ma di essi accade come degli altri fenomeni di vibrazione, sempre dipendenti dalla elasticità (3) quando questa si consideri procedente nella guisa al § **2050** dichiarata. Le stesse molecole de' corpi diafani ricevono, eseguiscono e propagano le vibrazioni della sostanza eterea (4). Più innanzi diremo delle particolarità loro, principalmente inerenti a questa sostanza. Ora per conoscere la regolarità o simmetria con cui le vibrazioni si manifestano, è da notare che in ogni corpo vibrante di qualsisia forma o natura, qualunque sia il suono che trasmette, dividonsi per certa guisa in diverse porzioni separate da linee di riposo chiamate *linee nodali*. Spargendo, lo insegnò LEONARDO (5), e di poi GALILEO, sottile

---

(1) Della velocità del suono ho fatto cenno nel § 1975. È notevole come sino a' tempi di PLINIO si fosse riconosciuta la velocità della luce maggiore di quella del suono. *Fulgetrum prius cerni quam tonitrum audiri (cum simul fiant) certum est. Nec mirum, quoniam lux sonitu velocior.* HIST. MUNDI. Liber II. Cap. 54.

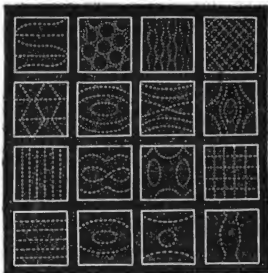
(2) MATTEUCCI. Lez. di Fisica. LEZIONE XXVII. Ediz. cit., pag. 117.

(3) *L'équilibre d'un fil ou d'une surface élastique, les vibrations des cordes ou des membranes tendues, ne sont que des cas tres-exceptionnels de l'élasticité des corps solides.* LAMÉ. Note sur la théorie de l'élasticité des corps. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXV, pag. 461.

(4) LAMÉ, ibid., pag. 462.

(5) *Il semble* (LEONARDO DA VINCI) *avoir remarqué pour la première fois les mouvements réguliers de la poussière placée sur des surfaces élastiques en vibration.* G. LIBRI. Hist. des Sciences Mathém. T. III. p. 43.

uniforme strato di sabbia sovra una lastra, e scuotendone uno degli orli con un archetto, la sabbia disegna le lineé che separano le une dalle altre tutte le parti vibranti. La figura 525 può offerire idea di cotesti modi di vibrazione

Fig. 525.

che dimostrano la regolarità con cui accadono, benchè diverse le foggie, secondo il luogo toccato dall'archetto, ed il punto con cui si sostiene la lastra.

[2] Proprietà particolari.

2057. La **igroscopicità** ci rappresenta il carattere delle proprietà particolari della materia, perchè solo a certi corpi può appartenere, sieno materiali ovvero organici. Da molti anzi l'*igroscopicità* si definisce, forza per cui il tessuto organico morto o vivente tende ad assorbire o respingere l'umidità con tal legge e misura da trovarsi continuo in equilibrio coll'aria esterna, in una proporzione speciale a ciascuna fatta di tessuto.

Più generalmente, questa facoltà si riconosce ne' corpi anche inorganici. Ristandoci a quello più interessante per l'agronomo, il terreno, l'igroscopicità d'una terra è dal GASPARIN definita, *la quantità d'acqua ch'essa può rattenere tra le sue molecole senza lasciarla sgocciare, dopo esserne stata saturata* (1). Questa diffinizione è piuttosto quella della misura di detta proprietà, la quale però comprendesi da lui designata per quella facoltà d'inzupparsi d'acqua fino a quel limite.

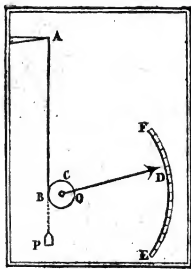
Alcune sostanze minerali, come i sali *deliquescenti*, sono eminentemente igroscopici, assorbendo tanta umidità da sciogliersi le loro molecole nell'acqua assorbita. Le sostanze organiche, per esempio i capegli, i barbigli di balena, hanno tale proprietà limitata, onde non solo non si decompongono, ma s'impiegano a misurare l'umidezza dell'aria. I tessuti vegetali sono più igroscopici quanto minor quantità contengono di materia estranea ; le barbe delle geraniacee, e delle graminacee, l'estremità delle radici, il ligneo e l'albume sono molto igroscopici. Qualche volta la igroscopicità fisica nuoce alla vegetazione, e le gomme che sortono dalle acacie e da varie altre piante, la polpa della *nemaspora* che

(1) DE GASPARIN. Cours d'Agricult. Ediz. cit. Tom. I, pag. 164.

sgorga dalla scorza dei faggi, sono materie in parte espulse dall'interno per far luogo all'acqua dal di fuori assorbita.

2058. Lo stato igrometrico dell'aria sarà subbietto di studio nel Libro II, dove si noterà dell'igrometro ad assorbimento di Leonardo da Vinci; invenzione perciò del XV secolo e sufficiente per l'agronomo il quale voglia conoscere non la precisa misura, ma un'indicazione dell'umidità, e purchè adotti alcune modificazioni che in quel Libro si diranno.

L'igrometro composto di capelli è più generalmente adoperato. Una tavoletta metallica, figura 526, mercè piccola morsa in A sostenta il capello A B, il quale per l'estremità B è fisso al contorno della piccola puleggia mobilissima C, e n'è teso, perciocchè il peso P è sostenuto dalla puleggia medesima col mezzo di un filo intorno lei ravvolto. Se il capello per l'umidezza slungasi, o per secchezza si scorcia, costringe la puleggia a girare, e con essa l'indice O D lungo l'arco E F, dove sono notati gradi di umidità rispondenti alla lunghezza del capello. Il massimo del suo allungamento può arrivare ad $\frac{1}{200}$ della lunghezza totale, contando dal massimo di secchezza al massimo d'umidità. A quello di secchezza risponde lo zero nella graduazione dell'arco E F, e il 100 all'umidezza massima. Come sarà chiarito, lo stato igrometrico dell'aria è il rapporto esistente tra la quantità di vapore contenuta nell'aria, e quella che potrebbe contenere allo stato di saturazione. Quindi la graduazione dell'igrometro non è proporzionale al vero stato igrometrico dell'aria, e quando bene l'igrometro fosse costruito esattissimo, la natura alterabile della materia organica che vi si adopera, lo renderebbe tra breve mal rispondente alla graduazione primitiva.

Fig. 526.

2059. L'igroscopicità del terreno (§ 2057) si trova di questo modo. Seccansi 200 grammi di terra in una stufa, e di poi si versano sopra feltro di carta posto e adattato a un imbuto: si saturano d'acqua lasciando feltrare, e quando non iscolano più gocce, si pesa il feltro. Poscia diffalcasi il peso del feltro bagnato, quello de' 200 grammi di terra secca, ed il residuo indica la quantità di acqua dalla medesima rattenuta. Ad esempio

Peso della terra secca	gr.	200
Del feltro bagnato	»	50
	gr.	250
Era il peso totale del feltro bagnato, colla terra	gr.	350
Risulta la quantità d'acqua assorbita	»	100

ossia il 50 per cento del proprio peso della terra secca (1).

(1) De Gasparin. Cours ecc. T. I, pag. 164.

Lo SCHÜBLER ha trovato le seguenti proporzioni:

	Acqua per 100 parti di terra
SABBIA silicea	25
» calcare	29
CRETA magra	40
» grassa	50
TERRA argillosa	60
ARGILLA pura	70
TERRA calcare fina	85
TERRA da orto	89
TERRICCIO	1,90
MAGNESIA	4,56

Ma occorrono assai rilievi su questi dati, quali al IV LIBRO scrutineremo.

2060. L'igroscopicità vegetale, com'e' la chiamano alcuni, agisce sulle piante, già il dissi al § 2057, e presenta tre classi d'effetti. Se trattisi di corpi filiformi suscettibili di torcersi a spirale, pel secco aumenta questa torsione che distendesi per l'umidità. Nelle membrane foggiate, sto per dire, a nastri, se una superficie s'inumidisce, s'allunga, mentre l'opposta più sembra contrarsi; la piupparte delle capsule hanno *valvule* che si aprono per secchezza, mentre richiudonsi per l'umidità. Alcune piante sensibilmente distendonsi coll'umido, e per opposito disseccando si contraggono. Azione fisica molto, e forse troppo, considerata dal SÉNEBIER, perchè applicandone l'influenza ai tessuti de'vegetali, volle spiegare colla medesima l'ascensione del succhio, e il maggior numero de'fenomeni più importanti della vegetazione. Noi alla campagna rettificar possiamo l'ambiguità dell'affermazione del DECANDOLLE (1); vedremo vegetabili morti, ancora in piedi esposti a tutte le influenze dell'umidità, ne'quali da gran tempo cessò il moto del succhio, e d'altronde altri vegatabili, costantemente immersi nell'acqua, nei quali il succhio compie le sue funzioni. Vedremo inoltre tante piante la cui vegetazione è quasi come interrotta (§ 122), e fermo il moto del succhio, per esempio, nel mese d'agosto, qualunque sia lo stato igrometrico dell'atmosfera. E dappoichè siamo in questo argomento, io non so veramente se giustissimo sia il concetto del celebre PAYEN, quando accennando alle cause della famosa malattia de'pomi di terra, così generale in questi anni nelle settentrionali contrade d'Europa, e riputandola derivata da introduzione di sporule di parassitico vegetabile ne'fusti de'medesimi, ha opinato che la stagione molto piovosa favorisse tale introduzione col mantenere più aperti e quindi più atti a riceverla, i loro pori. Ma ripiglieremo questo esame nel V LIBRO.

2061. L'impermeabilità è quella specie d'impenetrabilità offerta da alcuni corpi ad altri (2). Un leggero velo coperto di uno strato di vernice di gomma

(1) Physiologie végétale. Paris 1832. Tom. I, pag. 19.

(2) Ma si riguardi l'agronomo dal credere un corpo *penetrabile* perchè *permeabile* all'aria, ai gas, alla luce, al calore. Procacci di farsi della impenetrabilità quel sottile concetto espresso dal PRONY con questa diffinizione... *L'impénétrabilité, ce n'est à proprement parler que l'idée de corps ajoutée à celle d'espace: c'est une opération de l'esprit par la quelle nous matérialisons l'étendue.* PRONY. Nouv. Architect. Hydraul. PARIS MDCCXC. Prem. Partie *Notions préliminaires.*

elastica, acquista la proprietà d'una lastra di vetro che lascia passare la luce, ma non l'acqua. Hannovi terreni e rocce *permeabili* ed altre *impermeabili* all'aria, all'acqua, ai gas, o anche alle stesse radici capillari delle piante, di modo che nel terreno perfettamente impermeabile la coltivazione è impossibile. Danneggiamenti poi gravissimi, come si rileverà pel XII LIBRO, reca l'impermeabilità del *sottosuolo*, e d'altri strati inferiori, ne' terreni in pendìo, promuovendo frane e smottamenti. E ne' piani eziandio, come pel IV LIBRO e pel XIV è da vedere; conciossiacchè l'acqua sia utile, e necessaria alle radici delle piante a condizione di non ristagnare attorno le medesime, salvo le acquatili e paludali. L'importanza infine che la superficie coltivata sia *permeabile* all'aria atmosferica, scaterà pel III e V LIBRO evidentissima.

2062. La *coercibilità* o meglio *restrittibilità* (1), cioè la proprietà di certe sostanze di rimanere rinchiuse in vasi, senza fuggire a traverso le pareti, dipende dall'*impermeabilità* del corpo di cui sono composte le pareti medesime. Alla sostanza materiale può riferirsi rispetto ai liquidi e gas contenibili da altri corpi: invece la sostanza eterea è nel prefato senso *incoercibile* per la ragione in ispecie di trovarsi (§ 1955) per tutto diffusa. Se voleste ad esempio analizzare l'aria insalutifera di un luogo palustre, voi colà vi recate con boccia piena d'acqua, che versandola, cede a quell'aria il suo posto, e chiudendo la bottiglia con turacciuolo smerigliato ed anche lutato, riportate ove piacciavi una boccia di quell'aria. In certo grado v'è pur dato rattenere il calore contenuto nella vostra stanza, o nell'aranciera, impedendo la comunicazione coll'aria esterna più fredda: ma insensibilmente quel calore tenderà a porsi in equilibrio colla temperatura esteriore attraverso le vetriate, ed anco porte e pareti dell'ambiente quanto puoi riturato. Ma del calore, della luce ecc. più innanzi.

2063. La **condensabilità** è l'attitudine de' corpi a restringersi in minor volume, cioè *attevolezza a scemar di mole senza minorare di massa.*

2064. La **rarefattibilità** chiamasi l'attitudine opposta, cioè quella di *acquistare un volume maggiore senza crescere di massa.*

La sottrazione o l'aggiunta di sostanza eterea tra le molecole e gli atomi materiali, spiega naturalmente il maggiore o minore ravvicinamento di esse molecole od atomi, e quindi l'occupazione di minore o maggiore estensione. La forza di coesione nel primo caso restrigne fra loro le molecole, nel secondo caso cede al maggior impulso dell'aumentata sostanza eterea, che le discosta tra loro.

I fisici attribuiscono al solo *calorico* queste proprietà (2), mentre da non pochi fatti ne constano analoghi effetti dovuti all'altre specie di sostanza eterea, cioè al *lumico* ed all'*elettrico*. Havvi di più da considerare un'altra causa, ed è la disposizione interna cui possono atteggiarsi gli atomi o le molecole dopo una

(1) Queste voci da *coercitivo* e *restrittivo*, sono tra le introdotte di recente nell'uso da alcuni fisici, e adoperole non conoscendone di equivalenti. Lo stesso intendasi per altri termini analoghi.

(2) Alcuni però, come s'è notato, le attribuiscono a forze repulsive della materia: le molecole o gli atomi a minime distanze si respingerebbero (§ 2027) poi a distanze più notevoli si attraerebbero. Ma crescendo d'assai le distanze medesime, si respingerebbero. *La ripulsione delle loro molecole* (de' corpi aeriformi) *vince l'effetto della coesione e della gravità.* Così il PIRIA, Tratt. Elem. di Chimica inorganica. FIRENZE 1851, pag. 4.

fusione o dissoluzione se i corpi sono solidi, o dopo una vaporazione o gasificazione se liquidi. Per ispiegarmi grossamente, la figura 527 dimostra gli otto cubi i quali prima disposti in un modo occupano il volume A B C D e dipoi altramente collocati il volume M N O P, benchè nel primo caso i cubi si accostino negli angoli allo incirca come nel secondo. Non dissimil concetto può conchiudersi dal § 2034, fig. 519.

Fig. 527.

2065. La **compressibilità** non è forse da distinguere dalla *condensabilità*, perchè amendue esprimono l'attitudine d'un corpo ad occupare minore spazio, cioè a diminuire di volume. I liquidi sono difficilissimi a comprimere e da questo la facoltà di spremere il mosto dall'uve, e così il succo dalle barbabietole, e similmente da altri vegetabili. Le sostanze organiche, generalmente più porose delle inorganiche, ammettono maggior compressione che non, ad esempio, i metalli, i quali dopo un certo grado riescono quasi affatto *incompressibili*.

La cera solida è più agevolmente compressibile di quella liquefatta e ridotta a maggior volume; qual n'è la ragione?

Evidentemente perchè i liquidi sono difficilissimamente compressibili: ma quale è poi la ragione di cotesta differenza tra i solidi e i liquidi, mentre i gas o fluidi aeriformi (1) sono più compressibili degli stessi solidi? Alla III[a] SEZIONE la risposta.

2066. La **estensibilità** o piuttosto **distendibilità**, sarebbe proprietà esclusiva de' tessuti organici, e diminuisce quanto più questi si soppannano di molecole minerali. Non è illimitata; e quando cessa, pare che certi tessuti cui apparteneva, cessino la dipendenza dalle funzioni vitali. Osservando lo sviluppo d'un gambo d'erba, scorgesi la sua cuticola distendersi fin che rompesi ed è sostituita da una epidermide. Una cellula raggiugne certo grado di distensione e quando squarciasi lasciando sortire interne cellule o granuli che poi ripetono lo stesso procedimento, staccasi e rientra nell'ordine della materia priva di esistenza vitale.

2067. Ma senza lungherie noievoli non potrebbero mentovarsi tutte le speciali proprietà, ossia qualità de'corpi, e le poche accennate deono bastare per la significazione peculiare degli aggiunti più comunemente usati dai fisici, mentre verranno a taglio, nel proseguimento di questi studii, gli ulteriori dichiaramenti opportuni.

Art. IV Solidi.

2068. Il **solido** fisico essenzialmente differisce dal *solido* sinonimo di *sodo* nell'uso volgare, conciossiachè quello comprenda anco corpi teneri, molli, finchè

---

(1) *On peut en effet comprimer un volume d'air de manière à lui faire occuper un espace mille fois plus petit.* LIEBIG. Lettres sur la Chimie. V[me] Lettre.

non aggiungono vera *liquidità* o lo stato cui dicono *aeriforme*, siccome dal II° ARTICOLO si ebbe a comprendere. Non conosconsi perciò in natura corpi organici, nè animali, nè piante, che non si ripongano tra i solidi, comecchè appieno molli, e gelatinosi non pochi; nè potrebbero esistere affatto fluidi, perciocchè sarebbero privi di propria forma o figura (§ 1937). Per converso non havvi per avventura corpo organico il quale non si componga di parti *solide*, *liquide*, ed *aeriformi*. Ma ristando al proposito soltanto de'solidi, diciamo di loro,

[1] **Della struttura.**
[2] **Delle speciali proprietà.**

L'agronomo che non conosce la struttura de'vegetabili, potrà solo esercitare una coltivazione empirica, una servile imitazione d'altrui opere, o una ripetizione d'antiche pratiche. Ma nè la struttura delle piante, nè le qualità del terreno, nè cento altre cognizioni potrà finitamente sapere, se da fisici studi sulla meccanica intima architettura de' corpi, non prese le mosse.

[1] Struttura de'solidi.

2069. La struttura fisica d'un corpo è ben diversa dalla sua *chimica composizione* (1). Tuttavolta ne'Trattati rispettivi più recenti, veggiamo, ad esempio, la Chimica prendere a subbietto la *cristallizzazione*, mentre non pochi *Corsi* di Fisica ne tengon ragione. Dovendo esporre l'epilogo delle nozioni più acconce per gli studi agrologici all'una e all'altra scienza speciali, senz'entrare per ora nel chimico meccanismo de'corpi, m'è d'uopo tuttavolta ricorrere al medesimo onde investigare per lo meglio la loro materiale costruttura. Il mio principal debito è procedere dalle cose note all' ignote. Per ciò l'uomo di campagna, cui non isgrada la lettura di questa parte scientifica delle presenti Istituzioni, si riguardi dall'intendervi a salti; perchè, acciò intero il dica, quegli cui non basti l'animo di farlo seguitamente senza trasandare un paragrafo, anzichè improverarmi di malagevole ed oscura trattazione, se non giunga a comprenderla, dee colpar se medesimo.

I. Generalità.

2070. Corpi solidi. Le molecole materiali dispongonsi ne'corpi solidi a distanze determinate dall'attrazione e dalla quantità di sostanza eterea interposta tra le medesime. Cotali distanze sono limitate, perciocchè aumentando, il corpo passa allo stato liquido e da questo al gasoso.

Ma un corpo può essere solido, come dissi, in più modi, quanti havvene dalla mollezza del grasso alla durezza del diamante (2). Secondochè propor-

---

(1) *Dans les opérations ordinaires de la Chimie.... il est à peu près impossible d'observer les effets de décomposition et de récomposition dus à des actions lentes comme la nature nous en offre* ecc. BECQUEREL. Mémoire sur la réproduction de plusieurs composés minéraux. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXIV, pag. 29 (12 Janv. 1852).

(2) *La Chimie moderne n'admet rien d'absolument solide, liquide ou gazeux.* LIEBIG, loc. cit. VIII Lettre.

zionalmente diminuisce la sostanza eterea interposta, le molecole assumono la direzione prossima a quella che avrebbero se dovessero obbedire alla sola attrazione molecolare o reciproca, quando cioè potessero venire a immediato contatto tra loro.

2071. **Trazione** e **pressione** contrastano alle molecole il loro stato normale: l'una le forza a distendersi occupando spazio maggiore: l'altra a costiparsi sotto un volume minore (1). Spesso però col cessar di quelle esterne azioni, riprendono i solidi la loro forma ed estensione primitiva.

Chi ravvicina le molecole posciachè la *trazione* l'ebbe scostate? se la *trazione* agì per tutti i sensi e su tutta la superficie del corpo, la sola *attrazione delle molecole* può riuscire a richiamarle ai loro posti. Ma se la *trazione* operò solo in qualche senso, e su qualche parte del corpo, mentre in altre occasionò compressione, allora l'attrazione è aiutata dalla sostanza eterea che quelle alterazioni corregge.

Chi dopo la pressione, le molecole rallarga e al primo stato ristaura?

L'eterea sostanza, sola, se la pressione non produsse in pari tempo stiramento d'altra parte; nel qual caso può intervenire anco l'attrazione di molecole per riaccostar le rimosse. Esempio se ne trae dal detto al § 2050 intorno la elasticità.

2072. Sarebbe adunque proprietà della materia (2) il ripigliar la sua forma quando è per esterna forza distesa, allungata: nol sarebbe che della sostanza eterea (3) quando le compresse molecole dee rallargare. Tuttavolta questa facoltà costituisce per comune consentimento, come avvertii, l'*elasticità* dei corpi, comecchè molti non la posseggano sensibilmente, molti posseduta la perdano dopo alcun tempo, molti infine evidentemente l'usurpino dal calore, perciocchè senza di esso non la manifestino. Un pezzo di legno spesso potrai meglio romperlo che piegarlo: riscaldandolo il pieghi, e se libero raffreddi, torna alla forma primiera, cioè il calore il fa pieghevole, e ritirandosi dà campo al raddrizzamento. Se vuoi che rimanga incurvato, conviene a forza rattenerlo in positura finchè la sostanza eterea non siasi ricomposta al suo primiero stato latente. Il tutto a riprova di quanto ho per quel § 2050 esternato.

2073. **Struttura de' solidi.** Coll'aggiunta di sostanza eterea, cioè col riscaldamento, possiamo fondere un corpo, ridurlo molle, liquido, gasoso. Ma colla dissoluzione in un liquido s'ottengono pure effetti analoghi quanto alla mollezza e liquidità.

Dico analoghi, perchè il riscaldamento fonde corpi che l'acqua non può distemperare, e talvolta solidifica corpi molli che l'acqua discioglierebbe del tutto.

---

(1) Il gaz ammoniaco riducesi colla pressione al sesto del suo volume, e cessa d'essere gasoso; come pure il gas carbonico quando ridotto al 36mo del suo volume.

(2) Prescindesi in questo luogo dall'efficacia d'una esterna compressione (§ 2071 in nota), la quale però di certa guisa non è che un sussidio all'azione dell'attrazione molecolare.

(3) Dico sempre sostanza eterea senza limitarmi al solo calorico, come assai fisici sogliono. Però l'*elettro-chimica* giustifica il mio concetto, quale vien meglio rifermato nella successiva SEZIONE, ove tornano opportune le osservazioni del BECQUEREL: *Nouveaux développements relatifs aux effets chimiques produits au contact des solides et des liquides.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sc. Tom. XXXIV, pag. 573-578 (19 Apr. 1852). Altro è dire col LIEBIG: *Tous les corps augmentent de volume quand on les chauffe: par le refroidissement, au contraire, ils diminuent de volume* (V^{me} LETTRE), altro è pretendere che di questi fenomeni sia soltanto producibile il calorico.

S'evade il calore o l'acqua, ed allora il corpo il suo primo stato più o meno compiutamente riassume.

Lo stato liquido de'corpi non dipenderebbe dunque affatto da un aumento d'eterea sostanza?

Coll'acqua sciogliesi il *nitro*, ma tale facoltà dell'acqua dipende dalla sua temperatura: se questa diminuisca, gran parte del *nitro* si precipita ricuperando il suo stato di solido. Anzi, proseguendo a riscaldar l'acqua, mano a mano questa si dilegua nello stato di vapore, abbandona il *nitro* che teneva disciolto. S'io getto quella soluzione caldissima sopra un freddo marmo, all' istante il *nitro* vi rimane solidificato.

Ma nel primo caso il *nitro* si presenta come polvere, e nell'ultimo con aggregati di forme diverse in corpicciuoli a figure regolari poliedriche (§ 988) a facce rilucenti.

2074. Rimetto alla CHIMICA AGRARIA gli studi sull'origine, i fenomeni e le proprietà intime della *cristallizzazione*, delle cui forme però farò cenno più sotto. Ora dichiarai quanto basta per ispiegare come la liquidità possa ottenersi col semplice processo della dissoluzione.

Se questa facoltà di *liquefare* è accordata ai liquidi, natural cosa è che accada per la maggior sostanza eterea ch'essi contengono a fronte de'solidi. Nè potremmo dire se quel nitro siasi realmente illiquidito, o non piuttosto distribuito nell'acqua in istato di *sospensione*. Infatti, ove fosse realmente divenuto liquido, aumentandosi il calore, come l'acqua s'evapori, dovrebb'esso evaporar similmente. Ricordiamo che un liquido, a condizione pari, ha una temperatura latente sempre maggiore del solido. Perciò le molecole di questo, ponendosi in prossimanza delle molecole di quello, soggiacciono a riscaldamento latente, a'nostri sensi impercettibile; e porzione della sostanza eterea, ch'è nel liquido, passa tra le molecole del solido, e v'induce quello stato di liquidità, come veggiamo ne'casi ove direttamente, e per noi sensibilmente, il solo calore interviene.

I liquidi sciolgono alcuni solidi per quanto ponno essere riforniti contemporaneamente essi stessi della sostanza eterea che al solido trasmettono. Quindi presto cessano e diconsi *saturi* (§ 2006); la qual saturazione non avviene sì tosto quando una sorgente di calore li aiuti, come s'è veduto per l'acqua rispetto al nitro.

2075. Fatti notevoli. Il fosforo riscaldato a 60°, lentamente raffreddato (l'osservò primo il THENARD) si consolida bianco e trasparente: col rapido raffreddamento, gettandolo nell'acqua fredda, divien nero ed opaco quanto il carbone: e con questi due mezzi può di nuovo farsi passare dall'uno all'altro stato. Chi non vede la potenza di questi mutamenti nell'eterea sostanza?

Lo solfo puro gettato nell'acqua fredda, si consolida col suo color giallo, e molta friabilità. Se dopo fuso si prosegua a scaldarlo più fortemente, o quasi a cuocerlo a modo che divenga rossastro, ed in questo istante si getti sopra gran massa d'acqua (quasi distendendolo su di essa, perchè il raffreddamento sia subitaneo), si ricava il solfo *malleabile* adatto a ricevere impronte di medaglie, e da tirare anco in sottilissimi fili. E questo è pur altro fatto dipendente dall'eterea sostanza.

Il vetro fuso e gettato nell'acqua fredda, riesce durissimo alla sua superficie

esterna, perciocchè se questa rompesi, il vetro schianta con violenza e riducesi in polvere (1). Quindi la pratica de'vetrai di riscaldare di nuovo i vetri fabbricati, onde *rincotti*, com'e' li chiamano, perdono la fragilità derivante dal raffreddarsi troppo incontanente.

Per lo contrario il *tamtam* de'Chinesi (lega di 4 parti di rame e una di stagno) se raffreddato lentamente, è fragile; se rapidamente, diviene malleabile ed atto a ridursi a musicale strumento.

La *tempra* dell'acciaio si ottiene riscaldandolo energicamente (senza fonderlo) e raffreddandolo subitamente coll'immersione nell'acqua: divien duro elastico, ma fragile se si percuota col martello: proprietà tanto più intense quanto più grande la differenza tra la temperatura del riscaldamento e quella dell'acqua. Vuolsi rendere l'acciaio di nuovo duttile? si riscaldi e si lasci raffreddare lentamente.

2076. Ecco tanti fatti che dai più voglionsi inesplicabili, ed ecco tuttavolta la spiegazione che altri ne danno: « Si suol dire dell'acciaio e del vetro che le « molecole superficiali si consolidano rapidamente, ed inviluppano il nucleo in- « terno ancora dilatato dal calore. E certo è che questo nucleo raffreddandosi « lentamente sarebbe diminuito di volume ». Tutto questo è vero, ma dipoi aggiugnesi: «Ma poichè è costretto (questo nucleo) di occupare, fatto solido e raf- « freddato, lo stesso spazio che occupava quando era liquido e molto dilatato, le « sue molecole deono fare uno sforzo continuo per rompere la volta dal di fuori « al di dentro.»

L'acciaio temprato occupa maggior volume, cioè risulta men denso che quando lentamente raffreddi. Ma da che dipende la sua maggior durezza ed elasticità? E i contrari effetti rilevati nel *tamtam* come si spiegano? Lo indagheremo nella proseguente SEZIONE.

2077. Corpo **omogeneo** (§ 36 e 1976) è il marmo bianco purissimo, i metalli, il solfo, il vetro (e in certo grado l'aria e l'acqua) perchè *meccanicamente* dividonsi in frantumi, e molecole affatto simili al corpo da cui si staccano; *chimicamente*, lo sono diversi metalli, e pochi altri solidi, perchè nel fatto il marmo bianco risolvesi in calce ed acido carbonico, l'acciaio in ferro e carbonio, il vetro in alcali e silice, e questi corpi sono *chimicamente eterogenei* (2).

Corpo **eterogeneo** è quello le cui particelle, nelle quali sia diviso, non sono simili al corpo cui appartenevano: le lastre di granito riduconsi in quarzo, mica, basalte; le piante ci offrono la scorza, il legno, il midollo ecc., e gli animali la pelle, il grasso, la carne, i nervi ecc.

---

(1) Le *lagrime bataviche* similmente fatte col vetro resistono alle percosse colla loro crosta, ma se la punta o estremità del filo in cui terminano si rompe, tutte scoppiano in mille frammenti. Però riscaldate, e lentamente raffreddate, la tensione della sostanza eterea ch'era rimasta come repentinamente imprigionata da quella crosta, si pone nel suo equilibrio, e la *lagrima batava* non è più che un globetto di vetro comune.

(2) Oltracciò molti corpi apparentemente omogenei nol sono realmente; il vetro, per affermazione del LEYDOLT, contiene vario numero di cristalli perfettamente distinti, regolari, e trasparenti, *serrati* in una materia amorfa.... il loro numero e *sviluppo* dipende essenzialmente dal modo con cui nella fabbricazione furono rincotti, e più o meno prontamente raffreddati. LEYDOLT. *Note sur des cristaux contenus dans les verres.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXIV, pag. 565 e 566 (12 Avr. 1852).

Dai fatti esposti nel § 2075 ed altri da notare più innanzi, è dimostrato che ne' corpi solidi le molecole costituenti non hanno invariabili le loro rispettive *giaciture*, ma che possono anche cambiar luogo, disporsi e passare successivamente per istati d'aggregazione totalmente diversi. Questa facoltà delle molecole ci tornerà molto opportuna nelle investigazioni geonomiche del IV LIBRO, e ne scopriremo forse la cagione per cui terreni di composizione chimica assai prossimamente eguali, rispondono diversamente alle funzioni della vegetazione, e quali possano essere i mezzi da sperimentare per correggerne in ispecie la soverchia tenacità. Ma esiste universalmente pe' corpi solidi questa facoltà di avere le parti o molecole loro così mutevoli?

2078. Allotropici chiamano col BERZELIUS i corpi mutevoli di forme nella struttura loro, conservando però l'esterna figura. Deesi al BELLANI una osservazione singolare, cioè che la capacità d'una palla di vetro col tempo diminuisce. Se una boccia sferica di cristallo contenea certa quantità di liquido, col tempo, più tutta non può contenerla. Ricuocendola acconciamente, non s'ha più tale effetto.

Molti altri corpi cangiano la forma de' loro cristalli, e il MITSCHERLICH n'ha segnalato parecchi. Il *solfato di nikel* esposto alla luce del sole nella state, senza variare nella forma esteriore, cambia i suoi cristalli prismatici in ottaedri a base quadrata, come fa il *seleniato di zinco*, ed anco i *solfati di magnesia* e di *zinco* bolliti nell'*alcool*.

Ora il *ioduro di mercurio* distillato presenta una massa cristallizzata gialla, che solo toccandola arrossa, e lascia vedere colla lente un cangiamento di forme cristalline.

Il carbone eziandio (per tacere d'altri corpi indicati ai §§ 2073 e 2075) è nero e denso, ora lucente ora appannato, e così nella *grafite* più o meno friabile; qual differenza quando è diamante!

Perchè adunque non diremo che alla fin fine tutti i corpi sono *allotropici*, e soltanto non lo è la materia, quando si considera la ultima forma de' suoi atomi, la quale è immutevole? Perchè, come avvertii, fa mestieri intendere per corpi *allotropici* quelli unicamente ne' quali avvengono intestini mutamenti nella disposizione delle molecole, senza che se ne manifestino nella complessa forma esteriore. In generale però questi ci comprovano la mutabilità di collocazione delle molecole e degli atomi in tutti i corpi, dappoichè havvene che la posseggono anco sotto condizione di non disformarsi (in guise da noi percettibili) esternamente.

2. *Cristallizzazione.*

2079. Forme dei solidi. Esaminando un pezzo d'argilla, e così molti altri corpi, noi ne ritroviamo le particelle di figura assai irregolare, senza forme determinate, molto diverse da quelle onde compongonsi altri corpi in cui possiamo distinguere piccoli cubi o prismi o altri poliedri. A quelli suol darsi nome di materia nello stato *amorfo*; agli altri, di solidi *cristallizzati*. L'EHRENBERG indagando col microscopio parecchi precipitati, opinò che i corpi solidi nelle dissoluzioni si disgreghino sotto forme indeterminate globulari, sferoidali, annulari, cilindriche

ecc. Anzi il LINK da osservazioni su diversi corpi cristallizzati (1) conchiude che nel mentre precipitano da una dissoluzione si offrano quali piccioli corpi rotondati, privi di ogni apparenza di cristallizzazione, agglomerandosi poi a poco a poco in gruppi cristallini, che infine divengano cristalli perfetti. Il gesso, o solfato di calce, assume quasi incontanente la forma cristallina, ma vi si trovano sempre residui del primo precipitato *amorfo*. Anche il WOLLASTON (2) supponendo alle particelle materiali la forma sferica ed elissoidea, ingegnosamente spiegava la costruzione del nucleo primitivo de' cristalli. Ma se analizziamo le congetture eziandio del NEKER, del BREWSTER, del DANA e del MITSCHERLICH, dovremo sempre, nel rivolgere l'attenzione agli stati che ponno precedere la forma cristallina, ricordare due condizioni importantissime. Per la prima, che la divisibilità della materia giugne a tal punto da lasciarci vedere minime particelle, in cui sia disgregata, ma senza che i nostri mezzi pervengano a distinguerne le forme, o vogliamo dire i contorni, della stessa guisa che vedendo una montagna a grandi distanze, i suoi picchi ci si rivelano smussati. Per la seconda, ricordiamo col BERZELIUS esistere nella materia una guisa di stato tenero, quale il dimostrano la gelatina d'acido solforico e l'argilla ammollata, finchè il processo di cristallizzazione non ha scacciata l'acqua, e raunate particelle più dense e voluminose.

2080. Materia amorfa. Generalmente la materia offre più spesso lo stato che chiamasi *amorfo* quando superficialmente o grossamente esplorata. Essa può apparire sotto forma disordinata, e di *cristallizzazione confusa*, ma ciò non prova che le sue molecole, meno poi i suoi atomi, non abbiano forme regolari. Ho anzi premesse le sposte considerazioni unicamente perchè l'agronomo nelle indagini che gli occorreranno sui corpi ponderabili inorganici, non creda che la forma poliedrica sia speciale ai soli corpi cristallizzati: invece, per quanto le mie ristrette cognizioni mi persuadono (avvalorate anche dall' induzione d'analogia conseguente da quanto emerge dal seguente § 2086), la specialità di presentare nelle sue molecole od atomi faccie piane, cioè spigoli ed angoli, è per me il carattere precipuo, distintivo della sostanza organica; ed in suo luogo non dubito di argomentare da questa forma l'azione disorganatrice o venefica di certi veleni minerali in danno di piante ed animali.

2081. Cristallizzazione. Rammento il caso del *nitro*, il quale si deposita senza cristallizzare quando l'acqua in cui è sciolto lentamente raffredda o s'evapora. Ma se l'acqua caldissima sia gettata di repente sul freddo marmo (§ 2073), il *nitro* rapprendesi in veri cristalli, e si è ottenuta una *cristallizzazione*, mentre nel primo caso s'è ridotto in materia *amorfa*.

Troppo generalmente adunque pretendono i fisici che la cristallizzazione si operi sempre tanto meglio quanto più il raffreddamento fu lento (3).

---

(1) Carbonato di calce, carbonato di piombo, solfato di calce, cloruro di piombo ecc.
(2) *Transact. philos.* di Londra 1813.
(3) MATTEUCCI. Lezioni di Fisica. Lez. XXV. Ediz. cit., pag. 105.

Aggiungo invece, e per condizione importante, ciò avvenire quanto maggiore fu la massa tenuta in fusione, sino a un limite assai considerevole (1).

2082. Nel grande atto della *cristallizzazione* i liquidi intervengono come veicoli della sostanza eterea per operare quel disgiungimento delle molecole. Quando dee avvenire la solidificazione d'un liquido, è necessario ch'esso perda tutto l'eccesso di temperatura al di là di quella del punto di fusione, siccome nella seguente SEZIONE si rileverà nel passaggio dell'acqua in ghiaccio.

È necessario che la massa liquida sia ben satura del corpo da cristallizzare, altrimenti le molecole di questo, quasi fossero tenute ad eccessive o irregolari distanze, si raggruppano in piccoli aggregati onde formano esigui cristalli. Finchè il liquido è saturo si compongono grossi cristalli, che poi scemano mano a mano il liquido rimane meno carico delle materie cristallizzabili.

Da ciò il LEBLANC imaginò il processo ch'è detto *nutrire* i cristalli. I primi cristalli formati, vengono passati in altra soluzione satura della stessa materia: poi, dopo alcun tempo, in un'altra e via dicendo. Questo processo però trae sorgente eziandio da quest' altro fatto.

L'immersione d'alcun cristallo o d'alcun altro corpo qualunque agevola la formazione de' cristalli, i quali si compongono attorno a quel solido recato nella soluzione di coerenza all'inverso caso nel § 2074 disputato.

2083. **Forme cristalline.** Essenzialmente gli atomi materiali sarebbono, a mia stima (§ 2080), foggiati come piccoli cubi, prismi e poliedri diversi, avrebbero cioè forme cristalline. ROMEO DE L'ISLE fu egli il primo ad esaminare e studiare la forma de' cristalli? Trasanderò di rispondere per non dilungarmi in querela d'erudizione che potrebbe tacciarsi di superfluità (2). Certo il LINNEO dichiarò i cristalli come risultamenti di forze costanti, ma il DE L'ISLE credo fosse il primo a stabilire che per ogni diversa specie di materia aveano forme determinate. E comecchè appaiano esternamente disformi, riconobbe la derivazione loro da forme fondamentali.

Prendendo un pezzo di *calce carbonata* o *spato d'Islanda*, mercè alquanti colpi dividesi in piccoli parallelepipedi, che mercè d'altri colpi riduconsi ognora più piccoli, e ridotti invisibili all'occhio nudo saranno pur sempre minimi parallelepipedi.

Così colla divisione meccanica si notomizzano, per mo'di dire, i cristalli, sfaldando i varii piani sovrapposti, finchè trovasi quel nucleo detto in mineralogia molecola integrante, o forma primitiva del cristallo; e il fo chiaro appresso (§ 2098).

---

(1) Questo limite dipende dalla coesione proporzionale alla distanza tra molecola e molecola. Se ad esempio sospendesi una verga di ferro per un capo, la coesione sua è eguale allo sforzo che farebbe se fosse lunga 6000 metri; cioè se fosse più lunga, il peso della parte inferiore al di là di quel limite, ne determinerebbe la rottura. SEGUIN. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXIV, pag. 85 (19 Janv. 1852).

(2) Vuolsi che non ne sia cenno nè in TEOFRASTO nè in PLINIO. Oltre il DE L'ISLE, il BERGMANN dall'esame della frattura lamellata, ossia laminare di alcuni cristalli, cercò di penetrare il meccanismo della loro struttura, che il WERNER ridusse a sistema di cristallografia dipendente da sette forme fondamentali, ed infine l'HAUY creò la vera teoria cristallografica, le cui relazioni geometriche vennero più particolarmente investigate dal WEISS. Di poi il BEUDANT e gli altri addietro citati ne crebbero lo sviluppo.

Chiamansi a *forme semplici* i cristalli terminati da faccie simili tra loro: tali l'ottaedro regolare A, l'esaedro regolare B o cubo, e il dodecaedro esagonale C della fig. 529.

Fig. 529.

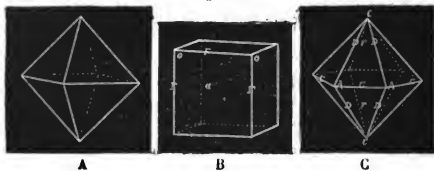
A B C

Diconsi di *forme composte* se le facce sono di specie diverse; tali sono D, E ed F della figura 530.

Fig. 530.

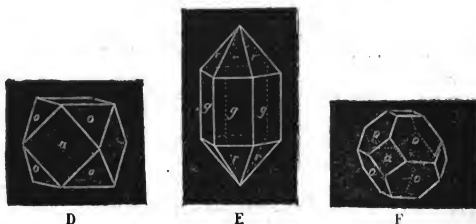
D E F

Di sovente alcune facce prendono maggiore sviluppo d'altre, ma rilevando la misura degli angoli se ne trae la figura regolare primitiva. Altre volte i cristalli che formansi accosto ad altri corpi presentano solo alcune facce libere. La fig. 531 è l'ottaedro regolare, forma ordinaria dell'allume; la 532 è una cri-

Fig. 531.

Fig. 532.

stallizzazione d'allume sviluppatasi in una grande tina.

2084. Non sono però costantemente parallele le direzioni di tutti i piani alle facce della molecola integrante o primitiva. Inoltre molti corpi, benchè dalla Chi-

mica giudicati d'identica composizione, come ad esempio la *calce carbonata* e l'*arragonite*, offrono sistemi di cristallo incompatibili tra loro; il che tuttavia potrebbe costrignerci al dubbio che la Chimica non pervenisse a scorgere qualcuna differenza essenziale di composizione.

D'altronde lo stesso corpo presenta diversa struttura cristallina secondo che accade il processo di cristallizzazione, come avviene dello *solfo* quando deriva da lento raffreddamento dello *solfo* fuso, o dalla decomposizione del ***solfuro di carbonio.***

Infine, crediamo talora essere giunti alla molecola primitiva, ed essa è ancora aggregato di altre molecole, le quali pel sovreggiare di altri piani meccanicamente inseparabili dalla vera molecola integrante, non riescono visibili. Andando più oltre, se la molecola integrante è un composto di atomi, questi è impossibile lascino vedere coi nostri mezzi la loro vera forma (§ 2079).

Tutti i corpi i quali senza subire alterazioni nelle loro proprietà chimiche ponno essere liquefatti o *gasificati*, sono capaci di cristallizzare nel ripassare dallo stato liquido o gasoso allo stato solido. Della stessa guisa che un corpo solido può essere liquefatto dalla sostanza eterea, o in causa d'affinità con altro corpo, la stessa sostanza eterea, e l'affinità soprattutto de'corpi liquidi, sono mezzi per far cristallizzare i corpi.

Ogni minima interruzione o disturbo nell'atto della *cristallizzazione* deve indurre alterazioni nella sovrapposizione delle lamine o piani. Quindi molte masse solide apparentemente senza forme regolari, contengono tuttavia nuclei regolarmente cristallizzati. Una lamina di latta immersa in soluzione di ***acido nitrico*** o ***idroclorico*** lascia vedere alla sua superficie variamente disposte tante facce cristalline: fenomeno che varia la sua apparenza quando prima di adoperare l'acido, la lamina sia stata disegualmente riscaldata, e fenomeno che ottiensi sul ***bismuto*** coll'***acido nitrico*** che ne scuopre la superficie composta di piccoli cubi. Anco l'***allume cristallizzato*** in masse notevoli, lascia vedere grossi cristalli dopochè al contatto dell'acqua questa ha disciolto i più piccoli alla superficie.

2085. Un **centro** ed uno o più **assi** offrono i cristalli. Basti a farne concetto la fig. 533 negli ***esaedri*** A, B e C, nel ***dodecaedro*** esagonale D, e nell'*ottaedro* obliquo E.

Fig. 533

A B C

D E

2086. **Sistema cristallino** chiamasi la riunione di *forme diverse* con

sistemi d' assi simili (1) e sei *sistemi* cristallini sono designati dai cristallografi.

1° Sistema cristallino regolare. Oltre il cubo o *esaedro* e l'*ottaedro* regolare appartengono a questo sistema, il *dodecaedro* A, il *tetraedro* B, il *tetrachis-esaedro* o *esaedro* piramidale C, il *triachis-ottaedro*, ossia *ottaedro* piramidale D, e l' *icosi-tetraedro* E, rappresentati dalla figura 534; oltre le *forme composte*.

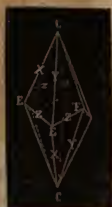
Fig. 534.

A B C

D E

2° Sistema cristallino. Le sue *forme semplici* sono ottaedri, ne' più de' quali la sezione che passa per gli assi secondari rappresenta un quadrato, che chiamano *base* dell'ottaedro. Le *forme composte*, le più sono combinazioni dell'*ottaedro* primitivo.

3° Sistema cristallino, le cui *forme semplici* sono ; il *dodecaedro esagonale* A (fig. 535), il *romboedro* o *emi-dodecaedro* B, il *di-docaedro* C, e lo *scaleno-edro* ossia *emi-di-docaedro* D.

Fig. 535.

A B C D

le sue forme composte sono sempre combinazioni delle semplici.

4° Sistema cristallino. Le *forme semplici* sono: *ottaedri diritti a base*

(1) *On donne le nom de* Système cristallin *à la réunion des différentes formes qui ont des systèmes d'axes semblables*. Regnault. Cours Élém. de Chimie. T. 1, § 21.

romboidea: le sue *forme composte* più interessanti nelle successive investigazioni sono le seguenti (fig. 536).

Fig. 536.

A B C D

E F

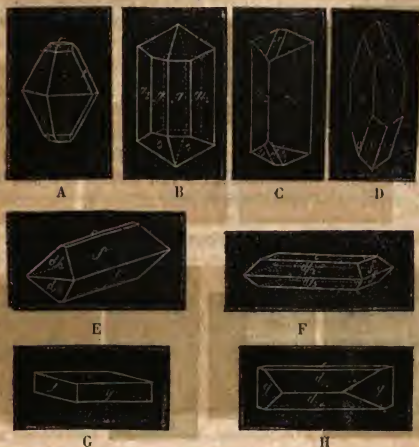
G H

5° SISTEMA CRISTALLINO, nelle sue *forme semplici* caratterizzato da 3 *assi* tutti e tre dissimili, due de' quali obliqui tra loro, e il terzo normale sugli altri due; offre le *forme composte* in seguito rimemorevoli, quali mostra la fig. 537.

Fig. 537.

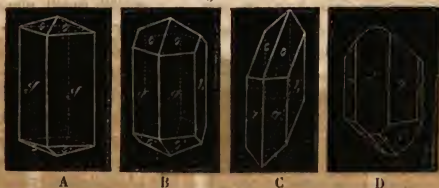
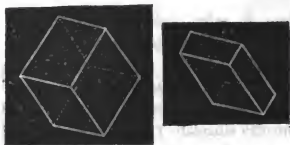
A B C D

6° SISTEMA CRISTALLINO. La figura 538 rappresenta in A un *ottaedro* appartenente a questo sistema, delle cui *forme composte* complicatissime offre esempio in B.

Fig. 538.

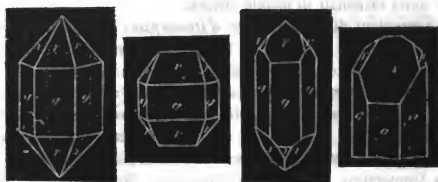
A B

2087. La **Determinazione de' cristalli** non è subbietto da esercitare la pazienza dell'agronomo: perciò dimostrate colle figure precedenti le forme che occorrerà richiamare in progresso, aggiugnerò dove occorra l'altre opportune alle perscrutazioni agrologiche. Le difficoltà delle investigazioni cristallografiche

aumentano poi per le anomalie che i cristalli naturali ed artificiali presentano. Ad esempio A e B (fig. 539) offrono due aspetti diversi che può dare cristallizzando il *carbonato di calce*.

Fig. 539.

A B

La differenza non sarebbe grandissima, e si vedrà poco stante che B dipende dalla sfaldatura o *scheggiamento* della forma A. Ma il *quarzo* è un prisma regolare a sei facce terminato da un *dodecaedro* esagonale, il cui tipo perfetto n' è dato in Q dalla fig. 540. Tuttavolta ha in natura anco le forme R, S e T.

Fig. 540.

Q R S T

2088. Gli **aggroppamenti** (1) de' cristalli offrono talora all'aspetto angoli rientranti, i quali ne' cristalli isolati non esistono. Quantunque cotali *aggroppamenti* si presentino con certa simmetria, come si ravvisa in A e B della figura 541, quegli angoli rientranti saranno sempre argomento per riconoscerli come aggregamenti di più individui cristallini.

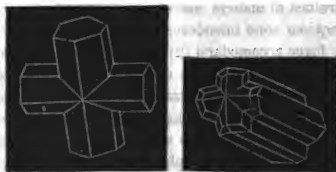



Fig. 541.

A B

2089. **Dimorfismo** è detto il fenomeno o proprietà di alcuni corpi di cristallizzare in due diversi sistemi cristallini. Lo che però non avviene se non allorquando la cristallizzazione accade in dissimili circostanze. In ispecie la diversità di temperatura può cagionare cotale effetto: ed è ragionevole che l'influenza della sostanza eterea più o meno intensa conceda alla forza di coesione delle molecole di aggregarsi diversamente. L'esempio veramente classico di *dimorfismo* l'offrono il carbone e il diamante, i quali hanno gli stessi principii

(1) *Aggruppamento* tradotto dal francese *groupement*, trattandosi di cristalli mi par meglio sostituito da aggroppamento, dappoichè aggroppare ha pur significato di raunare, e ammassare.

costituenti, secondo la comune opinione, e tuttavia offrono le dissomiglianze che ognuno vi scorge evidentissime. Del resto il *dimorfismo* discende dalla enunciata *allotropìa* del Berzelius (§ 2078).

2090. Polimorfismo. Lo *zucchero*, la *calce carbonata*, l'*acido arsenioso* e tanti altri corpi hanno la facoltà di cristallizare per due modi: perchè non potrebbero averla per tre o altro maggior numero? Il corpo dotato della facoltà di cristallizzare in più di due sistemi, sarebbe dotato di *polimorfismo*, ma, secondo afferma il Regnault, non si danno ancora esempi.

2091. Isomorfismo (1). È per converso singolare l'altra facoltà di certi corpi di cristallizzare sotto la stessa forma, avvegnacchè composti di principii affatto diversi. *I carbonati di calce, di magnesia, di manganese, di ferro e di zinco* sembrano *isomorfi*; e non lo deono essere dappoichè sono tutti carbonati? Cristallizzano essi in romboedri, con *ischeggiamento* romboedrico: tutti però hanno una minima differenza negli angoli de' loro romboedri, e così deve essere, perciocchè sono carbonati di metalli diversi.

2092. Le questioni di *dimorfismo*, e d'*isomorfismo* usurpano immensa importanza nella Chimica, mentre nella Fisica offrono interesse sotto l'aspetto di sussidiare la investigazione delle molecolari o atomiche strutture dei corpi. A vero dire io non credo punto nè al *dimorfismo* nè all'*isomorfismo*. Ho dunque detto nè all'uno nè all'altro. Sono utili specializzazioni transitorie finchè la scienza non è proceduta più oltre, ma che mano a mano scemano d'importanza finchè poi la scienza per nuovi progressi non abbia più d'uopo di loro. Offrono quindi un temporaneo vantaggio di comodezza. Ma io trovo questa volta maggiore comodezza per l'Agrologia, il non far assegnamento sulle medesime, e quest'altro termine colla sua significanza prendere a norma ne' suoi giudicamenti.

2093. Monomorfismo. L'agronomo questo ritenga, che oso dire, per meno contrannaturale. Finchè trattasi di materia *amorfa* (§ 2080) il *dimorfismo*, il *polimorfismo*, e *l'isomorfismo* sono intendevoli inquantochè la disordinata composizione può a mille fogge accomodarsi (2). Quando invece trattasi di corpi cristallizzati, essendochè la cristallizzazione della materia inorganica tenga di certa guisa le veci di un tal quale suo meccanico organamento, dee l'agronomo conchiudere; se *la calce carbonata* cristallizza in un modo, e di poi quando la chiamano *arragonite* cristallizza in un altro sotto forme incompatibili collo *scheggiamento romboedrico*, si ha ragione di dubitare che la *calce carbonata*, comecchè insensibilmente pe' mezzi noti alla Chimica, pur divarii un minimo che nella sua essenza dalla *arragonite*. Per converso quando vegga il *solfato di rame* (vitriolo azzurro) e il *solfato di ferro* (vitriolo verde) disciolti nell'acqua cristallizzare con *isomorfismo*, ossia con identiche forme, v'è luogo a conghietturare sulla non compiuta identicità di quelle forme avvegnacchè apparenti

(1) Isomorfismo da ισος eguale, e μορφη forma; onde comprendesi anco il significato di *dimorfismo*, duplicata forma, e *polimorfismo*, molteplice forma.

(2) Il diamante, la grafite, il carbone vegetale, la lignite e il nero fumo, non sono che carbonio, ma chi può disconoscere la differenza de'loro caratteri fisici? Or come concepire cotesti caratteri fisici assolutamente indipendenti da intima ossia chimica diversità di composizione?

isomorfe. Attengasi adunque al sistema del *cuique suum* cioè del *monomorfismo* o *individualità di forme* spettante a ciascuna *individualità di composti*; e così non avrà da confondere il *gas mefitico delle paludi* coll'*olio di rose*, quantunque i chimici sin ora li trovino composti d'egual numero d'atomi di *carbonio* e d' *idrogeno*.

Il fondamento di queste mie dubitazioni riposa sulla ommissione finora in consuetudine presso i cultori della Fisica e della Chimicha, voglio dire sul disvedere la essenziale partecipazione della sostanza eterea nella molecolare struttura della sostanza materiale. Questo meglio vengo esplicando nella III Sezione. Ma perchè veggasi se io m'abbia pur motivo a coteste divergenze delle più accettate dottrine, mi sarà egli permesso di richiedere ai Chimici se finalmente abbiano deciso se l'*arsenico* e il *tellurio* sieno metalli o metalloidi? Tuttavolta per non valermi solo del soccorso di molte altre quistioni d'analogo momento, epilogherò alcuni gravi riflessi, che se non altro attutiscono la temerità de' miei dubitamenti.

2094. Isomorfi atomi. Opinava lo Ampère che nelle sostanze cristallizzate la forma delle molecole integranti, e conseguentemente quella de'cristalli, dipenda da due circostanze: 1° dal numero degli atomi componenti le molecole: 2° dalla loro disposizione relativa nella molecola medesima. Il Mitscherlich colla celebre scoperta della legge da lui chiamata d'*isomorfismo*, rivelò che l'analogia delle composizioni atomiche produceva l'analogia delle forme cristalline; cioè a dire se atomi, comecchè di natura diversa, si raggruppino nello stesso numero e modo di collocazione tra loro nel formare molecole di diversa natura, queste molecole nella cristallizzazione assumono identica forma o figura.

Ma qual è il vincolo, chiede il Delafosse, ch'esiste adunque tra la composizione e la forma? come mai una tal composizione atomica dà origine a una tal forma cristallina? Come, in qual numero, con qual ordine gli atomi chimici sono eglino distribuiti in quel gruppo molecolare, costituente la molecola fisica o integrante del cristallo, dalla quale dipende immediatamente la forma cristallina? Ecco quanto la teoria ben nota dell'*isomorfismo* non insegna, a stima del Delafosse, in alcun modo. Converrebbe considerare gli atomi tutti d'identica grandezza e figura. Chi può avverarli per *isomorfi?*

2095. Tipi cristallini. Lo Ampère, fondandosi sulle cinque forme di *sfaldatura*, ch'io dico più volentieri di *scheggiamento* (1) (*clivage*) riconosciute dai mineralogisti, e considerandole quali forme rappresentative delle molecole più semplici, stabilisce a priori i diversi generi di forme che sole ritiene possano servire di tipi alle combinazioni chimiche, raggruppando quelle cinque due a due, tre a tre, quattro a quattro, ecc. Ma egli non curò (nè già il poteva) verificare i suoi suppositi coll'esame delle forme cristalline (2).

---

(1) Adotterei *scheggiamento* anzichè *clivamento* dappoichè gli stessi Accademici del Cimento parlando appunto di ghiaccio scriveano *Che a romperlo poi in minutissime schegge si veggono ecc.* (Saggi di Nat. Esperienze ecc. descritti dal Sollevato. Firenze 1692, 131) e perchè lo *scheggiare* è proprio il *diffindere* dei Latini.

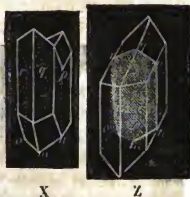
(2).... *Cette vérification importante n'était pas possible dans le plus grand nombre de cas aux quels il a appliqué ses idées: car la forme des substances lui était inconnue, ces substances étant pour la plupart des gaz ou des liquides.* Delafosse, Mémoires sur une relation importante... entre la composition atonique e la forme cristalline. Annales des mines IV série, tom. XIX, pag. 6.

Il GAUDIN cominciò dal supporre che in tutte le chimiche combinazioni, le più semplici come le più composte, s'effettui una *dissociazione* o discioglimento completo degli atomi elementari de'componenti; e di poi tutti questi atomi indistintamente (per esempio tutti gli atomi d'ossigeno che ne' sali provengono dall'acqua, dalle basi e dagli acidi, quanto gli atomi de'radicali) si collochino in comune, e riuniscansi rinfusamente per formare un tutto simmetrico. Ammessa ancora con alcuni chimici la distruzione de'composti binari, in tutti i casi d'energica affinità e di completa neutralizzazione, è difficile estendere questa idea alle combinazioni assai deboli: sembra invece più naturale che nella combinazione ad esempio d'un sale coll'acqua, gli elementi del sale anidro formino al centro come un nucleo, intorno al quale dispongonsi gli atomi d'acqua; ed infatti si riesce talora a separarli con forza poco notevole.

Dipoi il GAUDIN raggruppa gli atomi semplici per fila diseguali, che frammischia e compone a suo grado, supponendo che gli atomi, qualunque sia la loro differenza di natura o di peso, si dispongano sempre ad eguali distanze tra loro, componenti un tutto con tal quale armonia. Ma la simmetria da lui adottata è quasi sempre in opposizione colla forma cristallina del composto.

2096. La **emitropia** è un ingegnoso artificio per giugnere alla cognizione dei *tipi* cristallini. Ad esempio il gesso (*solfato di calce idratato* naturale) si rinviene colla forma X della fig. 542. Ora questa forma si ricava dall'altra Z che si tagli in due parti eguali per mezzo del piano *o m n p q r*, immaginando però che una delle due metà compia una mezza rivoluzione rapporto all' altra. In questo caso dicesi esservi *emitropia*, e il cristallo X chiamasi cristallo *emitropico*. Ma possiamo noi guarentire l'identicità di composti in quelle due forme, e considerarle rigorosamente *isomorfe*?

Fig. 542.

X Z

2097. La **simmetria del cristallo**, dice il DELAFOSSE, dee dipendere da quella della sua molecola, la cui disposizione si riproduce in primo luogo nella struttura interna del cristallo, e dipoi nella sua esterna forma. Anzi le forme stesse *emi-edriche*, lungi dall'essere semplici accidentalità o modificazioni transitorie dovute a circostanze esteriori, sono conseguenze necessarie della forma e costituzione delle molecole integranti. Il BAUDRIMONT (1) ammessa quella disunione completa degli atomi nelle combinazioni, ha procacciato di costruire alcune molecole, secondo le leggi rigorose di simmetria, e concordando la composizione atomica assoluta colla forma cristallina. Così pe'cristalli cubici dimostra potersi scomporre la molecola con un numero cubico di atomi elementari, conservando tuttavia esattamente le proporzioni relative stabilite dall'analisi. Dipoi (2) rinunciando, come pare, a quella idea, si accosta a quelle già manifestate dal DELA-

(1) *Introduction à l'étude de la Chimie* 1834.
(2) BAUDRIMONT, Traité de Chimie 1844.

FOSSE (1), cioè di combinare i dati fisici e cristallografici coi risultati più certi della teoria degli atomi (2). L'idea dello AMPÈRE è che gli atomi d'una stessa specie si dispongano in guisa da occupare ognora coi loro centri di gravità i vertici identici del poliedro che rappresentano nello spazio. Ritenendo sempre che la forma della molecola debba constantemente concordare con quella del corpo, e quindi avere una delle stesse forme del suo sistema cristallino, il DELAFOSSE è naturalmente condotto a una costruzione geometrica assai semplice della formola del corpo, mercè il ravvicinamento della legge numerica regolatrice delle parti esteriori nelle diverse forme del sistema, col numero degli atomi prefinito dalla formola disposta di guisa convenevole, moltiplicando, se occorra, tutti i suoi termini per uno stesso fattore. Ma nel seguente IX CAPITOLO renderò queste disputazioni, più che ora non si paiano, opportune e intendevoli.

E noievoli, dirà per misventura taluno! Non l'agronomo intelligente e di ben apprendere volonteroso. Conciossiachè coteste minute indagini speculative tornano poi nella investigazione in ispecie delle alterazioni patologiche degli esseri organici ed anco della loro normale struttura (3) di filosofico aiuto singolarissimo.

2098. Per dare ora un'idea del modo per lo quale i corpi le cui molecole sono cubiche, ponno rappresentare esternamente cristalli di diversa figura, immagino sul cubo *abc d e f* (fig. 543) sovrapposti strati di molecole cubiche, ma sopprimo in ciascuno strato una serie o fila di esse parallela a ciascun lato della faccia, in guisa che ogni nuovo strato contenga su ciascuno de' suoi lati una fila di meno della fila precedente. Ne risulterà un dodecaedro a faccie romboidali, e la fig. 544 ci spiega evidentemente la struttura di uno de'suoi angoli.

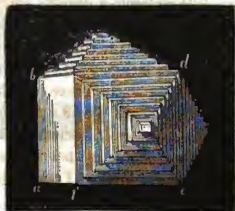



Fig. 543.

Fig. 544.

(1) Compte rendu des séances de l'Acad. des sciences 1840.

(2) La forma cristallina di un gran numero di combinazioni chimiche è a stima del LIEBIG (*Lettre* VI) indipendente dalla natura degli elementi. Certo n'offre esempi rimarchevoli l'*allume*. Ma questo è composto di *acido solforico*, d'*allumina di potassa* e di *acqua*. Si può invece dell'*allumina* sostituirvi l'*ossido di ferro*, di *manganese* o di *cromo*, senza alterare la forma del sale nè la proporzione cogli altri elementi. Tuttavia l'*allume di cromo* è rosso violaceo, quello di *manganese* violetto, ecc.

(3) Ad esempio le ricerche del NICKLÈS, ci avvertono che il sistema cristallino del prisma a base quadrata sembra poco ricco in sostanze organiche, che s'accumulano invece ne'due sistemi attigui in ispecie il prisma retto romboidale, che n'è preferito nella ragione di 60 : 1. Anche il cubo s'incontra di frequente. V. ANNALES de *Chim.* et *Phys.*, Janvier 1848.

Della stessa guisa la figura 545 può rappresentare lo *scaleno-edro* della *calce carbonata*, offerendoci la fig. 546 la costruzione mercè molecole cubiche degli ordini superiori della figura 545. Battendo cautamente sopra un pezzetto di sale comune, si divide in frammenti di forma cubica, e continuando a dividerli, ottengonsi cubi sempre più piccoli fino a rendersi indistinguibili per tali, senza il soccorso del microscopio. Questa è la separazione delle lamine o cristalli detta francesemente *clivamento*, e da me *scheggiamento* (§ 2095); arte di disgiugnere e disgregare le particelle cristalline, senza romperle o disformarle.

Fig. 545.

Fig. 546.

Ma non conviene anticipare altre nozioni sovra subbietto di cui meglio nella CHIMICA AGRARIA sarà da vedere.

È però facile, ricordando l'esiguità estrema delle molecole il dedurne come quelle forme possano, mercè quella loro *giustaposizione*, rappresentarci la forma primitiva della molecola, ed offerirci prova sufficiente per conghietturare con fondamento che a forme poliedriche regolari o irregolari (§ 2081) riducasi l'atomo della sostanza materiale (1), a differenza delle forme curvelinee che abbiamo supposte appartenere all'eterea sostanza ed all'organica (§§ 49 e 1609). L'accennata esiguità, immensamente poi più speciale agli atomi, lascierà forse lungo tempo la prefata distinzione allo stato di conghiettura; ma nel dubbio, l'analogia de' risultati ottenibili collo *scheggiamento*, dee favorire l'enunciata opinione.

2099. Il **ghiaccio**, in cui l'acqua convertesi, è una vera cristallizzazione: non però agevolmente riconoscibili i suoi cristalli. Se la temperatura dell'aria sia inferiore allo zero, l'acqua può invece offerirci nella *neve* de' fiocchi de' cristalli aggruppati. Mercè d'una lente un po' forte, scorgonsi ne' cristalli elementari dei prismetti regolari a sei facce allungate a guisa di stella raggruppati ad un centro, e la figura 547 ne disegna ne' numeri 2, 3, 4, 5, 6, 7 ed 8 le fogge più

Fig. 547.

(1) Il DUFRENOY nel suo *Trattato di Mineralogia* numera 121 minerali che cristallizzano nel cubo 49 nel prisma a base quadrata e 92 nel prisma retto romboidale. Del che meglio al CAPITOLO XII.

semplici, offerendo nel num. 1 la forma delle pagliette esaedriche regolari, di cui porge esempio talvolta la *brina*.

Vedesti mai alcuna grossa palla di ferro incavata, cui l'artigliere chiama bomba? se ne fai riempiere una d'acqua, e ben turata l'esponi a tal freddo ch'entro in ghiaccio rapprenda, vedrai la bomba scoppiarne. Da questo il comprendimento dell'enorme forza d'attrazione molecolare onde i liquidi si rappigliano in solidi: e per converso dell'immensa forza dell'*impulsione* che giugne a discomporre i solidi in liquidi ed in gas. Da questo infine l'insegnamento pratico di procacciare aiuto alle barbicelle delle piante perchè possano penetrare il suolo tenace, esponendolo colle lavorazioni alla possente azione disgregativa de'geli.

[2] Proprietà speciali.

2100. Tutti il sanno, molti corpi si spezzano, altri si piegano, alcuni si distendono, o via dicendo si tirano in lamine, in fili. Ma spesso nell'uso comune si confondono i termini, e perciò mi cale di riuscire intendevole, onde l'agronomo comprenda quando io dica se il terreno è duro ovvero tenace; e così parlando dei legni e degli attrezzi rusticali vegga perchè l'aratro di ferro battuto possa o no preferirsi a quello di ghisa o di ferro fuso.

Diversi corpi se si vogliano piegare, mentosto subiscono una stabile mutazione di forme, e quindi di situazione delle loro molecole, che spezzarsi, cioè affatto disgregare le molecole medesime (§ 2049); e' son *duri* e in pari tempo *fragili*; tali il vetro, le pietre in generale, l'acciaio temperato. Altri corpi, comecchè durissimi, non solo quando la loro forma sia alterata fino a certo limite, la riordinano come prima (§ 2046), ma se venga forzata a segno che le molecole non abbiano più la facoltà di ritornare alla primiera posizione, anzichè spezzarsi, assumono stabilmente la nuova forma. Il piombo ne offre i più volgari esempi.

Quando si pon mente alle diverse proprietà de'corpi, e come vengono modificate per l'azione del calore, e soventi dal più o meno sollecito raffreddamento, si riconosce la dipendenza di cotali effetti dai diversi stati d'equilibrio tra le forze tendenti a collegare o a disgiungere le molecole materiali: ma questo subbietto non è ancora abbastanza noto ai fisici (1). Quale differenza tra il diamante e il carbone, benchè la CHIMICA non vi giunga a scoprire tra loro alcuna essenziale differenza di composizione? Esponeva il THENARD del ferro e del rame ad una corrente di gas ammoniaco, e quel ferro e quel rame divenivano fragili. Quel gas si scomponeva, e il SAVART rilevava in tale circostanza que'metalli aumentare alquanto di peso, e porzione degli elementi dell'ammoniaca ritenere fra loro (2). Questi adunque la cagione di cotale fragilezza; ma possiamo noi escludere che nel fare l'acciaio, il quale è una particolare combinazione di ferro colla parte combustibile del carbonio, questo carbonio medesimo, o nel riscaldare altri

---

(1) AVOGADRO. Fisica ecc. loc. cit. Tom. I, pag. 63.
(2) ANNALES *de Chimie et de Physique*; mars 1828.

corpi l'intervento di alcuni gas, (1) esercitino speciale influenza sulle nuove proprietà fisiche, cui i varii corpi si modificano?

Sottili disquisizioni di questo genere non sarebbero disutili, se dovere di temperata brevità il consentisse. Dico adunque di volo delle speciali proprietà dei corpi solidi, ed in ispecie per l'indicato fine della precisa significazione d'alcuni termini.

2101. Duri diconsi i corpi che solo difficilmente si spezzano o si comprimono: *ferro*, *pietre*, *marmi*, *diamante* ecc.

Molli se facili a dividersi, e a ricevere impressioni: *cera*, *sego*, *pasta*, *terreni umidi argillosi*, ecc.

Fragili, de'quali non si altera la forma senza distruggere la coesione, cioè senza che si riducano in pezzi: *vetri*, *porcellane*, *maioliche*, *acciaio*, ecc.

Friabili, cioè riducibili in polvere, o minuti frammenti: *zucchero*, *sale*, ecc., *terreno* migliore per la coltivazione, ecc.

Duttili quelli per lo contrario de'quali cambiasi la forma senza nuocere alla coesione, *oro*, *piombo*, *rame*, ecc. che riduconsi in lamine e fili.

Malleabili, se ponno distendersi senza frangersi: il *ferro* e l'*acciaio* sono duttili formandosene fili, ma poco *malleabili* in confronto dell'*oro*, dell'*argento*, del *rame*, ecc., che a freddo battendoli distendonsi in fogli sottilissimi.

La **durezza** non è proprietà ma stato relativo dei corpi: e lo stesso è a dire della *mollezza*, *fragilità*, ecc. Il più duro corpo ritiensi dai fisici il diamante, e nel fatto per tagliarlo o pulirlo si adoperano i suoi stessi frammenti, perchè niun altro corpo giugne a intaccarlo. Seguono per ordine di durezza dopo il *diamante*, le *pietre preziose*, il *quarzo*, la *silice*, lo *smeriglio*, ecc., e lo stesso *vetro* non è tra gli ultimi. Nè vuolsi confondere la *durezza* colla *consistenza*; infatti il *diamante* resiste più del *ferro* ad essere intaccato, ma meno alla percussione, come il *vetro* rispetto al *legno*.

La **fragilità** si attribuisce ad un corpo se solo colla percossa, o colla compressione se ne disgregano alcune parti.

La **friabilità**, quando quelle azioni diffondonsi in tutto il corpo, onde rompesi in frantumi. Il *matraccio*, o *fiasco* di *Bologna*, è di vetro bruscamente raffreddato, e con fondo assai grosso. Per quel subitaneo consolidamento la superficie esterna non lascia tempo alle molecole interne che per disporsi confusamente, non secondo la loro mutua coesione: perciò rimangono in continua tensione per collocarsi regolarmente. Quindi lasciando cadere sul fondo del *matraccio* una pallottola di piombo, benchè la percossa sia energica, non arriva a rompere il *matraccio*. Questo invece avviene se si lasci cadere una scheggia di pietra focaia anche minutissima: la quale atta ad intaccare il vetro, colla minima fenditura distrugge quell'instabile equilibrio delle molecole e il *matraccio* s'infrange.

I metalli battuti a freddo acquistano maggiore elasticità (§ 2046), ma rimangono meno *flessibili* e divengono *fragili*. Le molecole loro sono infatti

---

(1) Secondo le osservazioni del Karsten bastano 6 millesimi di fosforo che il ferro contenga per ispezzarsi facilmente sotto i colpi del martello: 4 diecimillesimi di solfo lo rendono fragilissimo a caldo, e lo stesso effetto produce un mezzo millesimo o di potassio, o di sodio, o d'argento.

costrette a collocarsi in posizioni anormali, e non nel modo in cui le disporrebbe la loro coesione (1). Perciò il ferro battuto a freddo rendendosi fragile, non dee essere lavorato in tal modo nelle ultime operazioni dell'artefice, quando vogliasi impiegare per sale di carri od altri veicoli. Volendo piegare una verga di ferro convien farlo quando è arroventata, lasciandola raffreddar lentamente affinchè le molecole si dispongano secondo le forze della coesione vicendevole; ciò è sì vero che nel luogo ove siasi battuta a freddo, facilmente si spezza. Questa fragilità correggesi ricuocendo le sale prima di metterle in opera.

Dissi dell'influenza del gas ammoniaco sul ferro e sul rame, e del carbonio sull'acciaio (§ 2100) onde que'metalli risultano fragili. Ma perchè il raffreddamento che produce gli effetti della tempra nell'acciaio, e in altre leghe del ferro, non cagiona sensibile mutamento nell'oro, nello stagno, nel rame ed in altri metalli?

2102. Duttilità e malleabilità. Il conservare l'aggregazione delle parti sotto l'azione di forze che abbiano alterata la densità e la forma d'un corpo stabilmente, cioè oltre i limiti dell'elasticità, è proprietà de'corpi cui si dà nome di *duttilità*, quando riduconsi in fili, e di *malleabilità* quando in lastre più o meno sottili si spianano, onde sono *duttili* o *malleabili*.

È da notare quell'effetto della battitura a freddo, per la quale le molecole del ferro e d'alcuni altri metalli acquistano la posizione forzata, non consentita dalla forza di scambievole coesione (§ 2101) per cui rimanendo in un equilibrio instabile, il metallo riesce fragile, e per poco rompesi in pezzi. I fusi ed assi di ferro delle macchine non deono essi pure lavorarsi a freddo nell'ultime operazioni. Al che si provvede in alcune officine, facendoli, come dissi, ricuocere prima di metterli in opera.

Onde rilevasi come queste proprietà sieno dovute alla sostanza eterea che equabilmente diffondesi e diminuendo temporaneamente la forza di coesione, lascia campo alle molecole, o le trascina essa nella loro posizione convenevole d'equilibrio (2). Fragile la cera a temperatura prossima a zero, riscaldata divien duttile e malleabile. Il vetro mercè del calorico prende tutte le forme, allungasi in sottilissimi fili, ed artefici giungono a farne lavori delicati quanto co' più fini capelli: le belle collane, treccie e ceste fatte coi fili di vetro a VENEZIA, e le spazzole, fino i tessuti e paramenti da chiesa descritti dal BELLANI son pur di fili di vetro.

2103. Cause delle dette proprietà. Desidero che l'agronomo ponga mente alle diverse cause onde i corpi acquistano facoltà di prestarsi al distendimento ed all'assottigliamento. La forma delle molecole, l'affinità con altri corpi, le vibrazioni e l'interposizione della sostanza eterea, modificano e promuovono tale facoltà di molte guise. La cera adunque è fragile a zero, ma riscaldata rendesi

---

(1) ...*si cette même barre de fer forgé vient à être soumise à des coups de marteau, faibles mais longtemps répétés, on voit les molécules métalliques changer de disposition, et se grouper par l'effet de ces chocs mécaniques dans le sens le plus favorable à leur attraction réciproque: la barre devient alors cristalline, cassante comme la fonte.* LIEBIG, loc. cit. LETTRE XII, pag. 121-122. Nel CAP. IX spiegherò l'apparente mia divergenza dall'opinione del celebre chimico alemanno: però trovasene ragione anco nel paragrafo seguente.

(2) *L'influence de la chaleur sur la manifestation des affinités est encore plus fréquente et plus évidente.* LIEBIG, XII LETTRE.

atta ad assumere diverse forme: il vetro, il dissi pure, a temperatura ordinaria fragilissimo, si presta col calore a comporre que' lavori di collane e trecce graziosissime, e fino spazzole e pennelli. Ma d'altronde se vari metalli sono duttili col calore, come l'oro, l'argento, il rame, lo stagno, il piombo, ecc., lo sono anche a freddo. Altri anzi, a temperature elevate, fannosi fragili, come l'antimonio, l'arsenico, il cobalto: e l'ottone in ispecie è duttile e malleabile a freddo, e divien fragile riscaldandolo: e la ghisa, benchè in realtà sia ferro, fondesi, ma non è quasi punto duttile o malleabile. La cera, alla temperatura in cui è fragile, se si meschii con trementina acquista le facoltà che le vengono dal calorico. Il carbonio, il gas ammoniaco producono la fragilezza dell'acciaio, del ferro, del rame (§ 2100), solo però dal calorico coadiuvati.

Questo adunque non è atto a produrre gli stessi effetti in tutti i corpi, ed è mestieri conchiuderne l'uopo di speciali condizioni di forma e coesione delle molecole, ed alcune volte della influenza di molecole eterogenee interposte.

2104. La tenacità è similmente dipendente dalle stesse cause: condizione delle molecole, affinità con altre materie, e calorico. Nè la tenacità è, come dissi, da confondere colla durezza. Il ferro, ad esempio, non soverchia in durezza l'acciaio e le pietre preziose, ma è più tenace di loro, ed i ponti sospesi mercè funi o catene di ferro, ne danno argomento. Nondimeno sotto l'influenza di piccoli urti meccanici continuatamente ripetuti, il ferro passa alla modificazione cristallina, cambiando in causa della vibrazione (§ 2053) e coll'aiuto del calorico la disposizione delle sue molecole, e si rompe. La catastrofe della strada ferrata di Versailles nel 1842 avvenne per la rottura di un asse in origine costruito di ferro eccellente che si ruppe perchè. come lo dimostrò nella frattura, le sue molecole si erano disposte in lamine cristalline (1).

Il suolo coltivabile nel diseccare deve di certo modo rimanere polverizzato: quando eccede per tenacità, oltre gli effetti recati al § 2006, divien duro e screpolato in tempo di secchezza, e le piante soffrono perchè in parte rimangono compresse, porzione delle loro barbicelle si rompe pel restrignersi del terreno, o troppo rimane esposta all'aria e prosciugata in causa delle sue screpolature, e quindi lo sviluppo n'è danneggiato (2). Corpi organici non pochi presentano tenacità singolare, come attestano le funi di seta, di canapa, e le corde da stromenti musicali, i cuoi e tutte le pelli in genere, fra le quali sono da notare le coregge di pelle d'anguilla (3). E questi corpi organici per giunta offrono il vantaggio della *flessibilità*, la quale in molti corpi è diminuita dalla grossezza loro. Il giovine pioppo è flessibile: crescendo ingrossa ed acquista la rigidità convenevole per essere impiegato anco nella costruzione degli edificii.

Nè oltrepasserò questo cenno di speciali proprietà de'solidi, dovendo ridirne partitamente in più altri luoghi.

---

(1) V. PIRIA, *T. Elem.*, cit. pag. 399.
(2) PAYEN et RICHARD. Précis d'Agriculture. PARIS 1851. Tom. I, pag. 13.
(3) MAJOCCHI. Elem. cit., pag. 297 del Vol. I°.

Art. V. Liquidi.

2105. Non hannovi corpi che non possano divenir liquidi (1), benchè alcuni passino dallo stato solido al gasoso, senza offerire tracce di liquidità. Potremmo argomentarlo dalla condizione inversa, in ispecie dopo l'esperienza del Faraday, il quale giunse sino a solidificare gas la cui riduzione si credea impossibile, se già gli Accademici del Cimento non avessero, sin del 1694, volatilizzato il diamante. La più perspicua differenza tra i liquidi e i solidi sta in questo; che applicata una forza ad un punto di questi puoi trascinarli, spingerli, o di qualunque guisa muoverli se hai forza da ciò, senza che il corpo cambi di forma; lo che non puoi co' liquidi; perchè la coesione tra le molecole non è tale che le rimosse valgano a tener seco appieno collegate le altre. Però i solidi molli si disformano: e n' hai la ragione appunto perchè tengono alcun poco della natura de' liquidi.

Le molecole de' liquidi non sono indipendenti le une dalle altre, chè la coesione vi conserva ancora il dominio sulla forza d'impulsione che vorrebbe disgregarle: dire altrimenti, è confondere il liquido colla polvere. Anzi qualche volta la coesione è abbastanza efficace per conservare alla materia una fluidità imperfetta ch'è quel loro stato cui dicesi *viscosità*. Esponendo un liquido viscoso al vuoto pneumatico (cioè sollevandolo del peso dell'aria) ovvero sottoponendolo all'azione del fuoco, le bolle d'aria rannicchiate ne' suoi interstizi a stento se ne distrigano, e sollecitate dalla impulsione, ma non abbastanza per vincere affatto la coesione delle molecole liquide, si presentano alla superficie in forma di vescichette componenti la schiuma. Le sostanze grasse, il burro, le gomme, le resine ecc. sopportano energico calore prima di lasciar adito, mercè i loro pori, all'aria ed ai vapori che si formano nella loro parte inferiore più direttamente esposta all'azione del fuoco.

2106. L'acqua è il più importante per l'uomo fra tutti i liquidi. Stupenda via di comunicazione fra popoli e contrade lontanissime, quando percorsa da navigli; egualmente economico e validissimo mezzo a produr forza motrice, mercè idrauliche macchine, e meravigliosa potenza quando ridotta in vapore. Oltrecchè può riconoscersi come precipuo agente della vegetazione, è di più mezzo in cui solo può vivere una immensa classe di animali, mentre come bevanda è indispensabile a quasi tutti gli altri, onde la terra e l'atmosfera si popolano. Quando assume lo stato di solido congelandosi, disgrega poco a poco la superficie delle rocce più dure, apparecchia il terreno a prestarsi più permeabile e soffice alle voglie del coltivatore. Se talvolta in quello stato di solido precipitando dalle nubi, ne altera o spegne le speranze, è di lunga mano superiore il vantaggio che gli offre colla irrigazione, accumulandosi in ghiaccio e neve nelle alte montagne: d'onde, come da immensi benefici serbatoi, discende

---

(1) *Tous les minéraux, sans exception, peuvent être dissous dans un liquide approprié.* Liebig, loc. cit. III Lettre, pag. 58.

nell'ardore della stagione ad alimentare la vegetazione delle piante, che senza il suo soccorso mal saprebbero soddisfare ai voti dell'agricoltore.

L'*acqua* trovasi da per tutto nella natura, non solo allo stato aeriforme o di vapore invisibile nell'aria e sotto forma di vapori globulosi nelle nuvole e nelle nebbie, ma penetrante allo stato liquido in tutte le roccie, e in tutti i terreni: *impregnante* tutte le sostanze organiche, tutti i corpi organati, eziandio quelli in apparenza più secchi (1). Le parti legnose delle piante ne contengono dal 45 al 65 per cento, e le parti erbacee dall' 80 al 92, onde il PAYEN ebbe a rinvenirne in un giovane germoglio di *cactus*, sino a 95 parti del suo total peso. L'azione dell'acqua sulla vegetazione può classificarsi, secondo il DE CANDOLLE, sotto tre punti di vista (2); ma si rileveranno in maggior numero gli effetti della sua influenza, sia nelle piante, sia negli animali. In qualunque stato si trovi, essa non è mai priva di materie estranee disciolte o interposte, delle quali l'agronomo dee tener calcolo, come s'avvertirà pure nel III LIBRO, perciocchè rendano l'acqua più o meno utile, e talora anco dannosa, alla coltivazione. Si mantiene liquida dalla temperatura zero sino al 100° grado de'termometri centigradi: inferiormente a zero divien solida agghiacciando; giunta a quel centesimo grado (sotto l'ordinaria pressione dell'atmosfera, ch'è di 760 millimetri) riducesi totalmente in vapore, aggiugnendo un volume 1700 volte maggiore che non allo stato liquido. Ma tocchiamo delle nozioni in genere ai liquidi relative, considerandoli nello stato di quiete o d'equilibrio (§ 1968) che forma l'*idrostatica*, ed in quello di moto ch'è l'*idrodinamica*.

[1] Statica de' liquidi o idrostatica.

2107. Stato liquido della materia. Nel LIBRO dell'IDROLOGIA premetterò le nozioni principali intorno ai fluidi, riguardo agli effetti della pressione, delle leggi d'equilibrio e di quant'altro occorre a sapere sulle conseguenze delle proprietà de' medesimi. Ora d'alcune di queste più generali è da far cenno.

La *perfetta mobilità* delle molecole è il carattere essenziale della liquidità (§ 2018) non sì assoluta da non ravvisare differenze già disaminate (§ 2019); del resto la mobilità non ha d'uopo di prove per farsi evidente in tutti i liquidi.

La *compressibilità* invece non è sì agevole a ravvisare. Gli Accademici del CIMENTO vollero comprimere sfere di metallo perfettamente chiuse e piene d'acqua, e questa trasudò dalle pareti, onde non si potè arguire se realmente si fosse d'alcun grado compressa. Ma il CANTON e meglio l'OERSTED con apparecchio detto *piezometro*, infine il DESPRETZ, lo STURM, il COLLADON trovarono realmente potersi i liquidi soggettare a compressione benchè minima; e sotto la pressione equivalente a quella d'un'atmosfera rilevarono

pel MERCURIO, compressibilità cubica media	0,00000338
» ACQUA	0,00004965
» ALCOOL	0,00009165
» ETERE SOLFORICO	0,00012665

(1) PAYEN et RICHARD, loc. cit, ibid. pag. 9.
(2) DE CANDOLLE. *Physiologie végétale*. PARIS 1832. Tom. III, pag 1183.

secondo il REGNAULT s'avrebbe sotto il peso di una colonna di mercurio alta un metro

pel MERCURIO 0,00000462
per l'ACQUA 0,00004667

2108. A che questo studio? L'agricoltore che non conosce le proprietà speciali de' liquidi, può rinunziare alla speranza di comprendere l'arte sua. Non è possibile il livellare a dovere il suo campo; non lo assegnare alle fosse di scolo la capacità convenevole; non lo escavarle colla pendenza utile e innocua; non il conformare argini di grossezza nè manchevole nè soverchia; non il calcolare la quantità d'acqua derivata da un canale; non quella necessaria a irrigare senza sprecamento o insufficienza; non il difendere il terreno da innondazioni o corrosioni; non il prosciugarlo con aperti scoli o con fognamenti; non il sopralzarlo colle colmate; non il riguardarlo da smottamenti e frane: non infine rendere il campo atto a vantaggiare di tutti i benefizi dell'acque, e farlo indenne da tante specie di danni che ponno arrecare. Nò, tutto ciò, e molt'altre circostanze che trapasso, non è possibile aggiugnere con discernimento e profitto senza conoscere le proprietà statiche e dinamiche de' liquidi. Quando l'agronomo sappia che intendasi per loro *equilibrio*, *pressione*, *principio di reazione*, e gli altri subbietti cui di volo potrò accennare, a fondamento di quanto verrò più largamente sponendo nel III LIBRO, allora si convincerà in teorica ed in pratica, che per conseguir largo frutto di messi e di vendemmia, il primo studio, innanzi a quello del terreno, degl'ingrassi e dell'altre pratiche agrarie, essenzialmente vuol essere quello dell'acqua.

1. *Condizioni d'equilibrio.*

2109. Equilibrio de' liquidi. Chi potesse immaginare una massa di acqua senza peso ossia senza gravità, la vedrebbe conformarsi in figura di sfera: molecole assolutamente mobili che mutuamente s'attraggono con eguale energia per ogni verso, deono prendere la figura o forma sferica, unica che soddisfi alla condizione di simmetria d'azione per tutti i sensi. Una piccola goccia di *mercurio* sovra un piano col quale non aderisca, prende forma di globicino, che tanto più accosta la forma di sfera quanto più la goccia è piccola: lo stesso avviene d'una goccia minima d'acqua, d'*alcool* ecc. purchè il piano su cui posano non sia di quelli che con essi liquidi si bagnano, ovverossia con cui aderiscano (§ 2003). Versando olio d'oliva in un liquido composto d'*alcool* e d'acqua in modo da riuscire denso quanto l'olio medesimo, questo vi nuota entro in grosse gocce di forma sferica, e giugnendo a riunirne parecchie, si agglomerano in una sola più grossa ma d'egual forma.

Per causa della *gravità* una massa liquida in qualsiasi vaso contenuta, dovrà sempre risultare terminata da una superficie perpendicolare alla direzione della gravità, cioè alla verticale del luogo (§ 1981): la qual superficie per limitate estensioni è come un piano orizzontale ed ha la figura necessariamente alquanto convessa, per la già detta ragione (§ 1982), ove ad immensi spazi si agguardi.

2110. L'acqua può stare in *equilibrio*, cioè tranquilla, senza avere la superficie affatto orizzontale, quando le molecole liquide soggiacciono all'azione di altre forze oltre quella della *gravità*. Al polo la superficie del mare si schiaccia perchè si dispone perpendicolare alla risultante della gravità, e della forza centrifuga (§ 1976) conseguente dal suo moto di rotazione (§ 1982): per la stessa ragione la superficie dell'Oceano è più rilevata nelle parti verso l'equatore.

Un ampio stagno che da una parte accosti una grande montagna ha la sua superficie alquanto sollevata da quella parte, per la stessa causa per cui il filo a piombo (§ 1996) dalla verticale alcun pelo diverge.

Nel passaggio della Luna al di sopra o al di sotto dell'orizzonte del mare, dessa, per quella reazione accennata al § 1996, attraendone l'acqua, questa solleva o deprime nella sua mobile superficie secondo una risultante dell'attrazione sua della Luna, e del centro della Terra.

Il *flusso* e *riflusso* è quindi una oscillazione periodica regolarmente prodotta dalla rotazione della Luna attorno alla Terra. E se ha potenza di sollevare un Oceano, sta egli sul saldo che la Luna non c'entri un nonnulla nella composizione delle pioggie, nella circolazione de' liquidi entro le piante? Il villanzone che non ignorasse la lunare influenza sulle maree, per verità non mancherebbe di rimbeccare con simigliante quistionamento: ma di liquidi organici non essendo ora discorso, nè di possanza lunare sulle stagioni, sino al X CAPITOLO mi terrò dal rispondere.

2111. Entro un bicchiere l'acqua in riposo ha la superficie piana nel mezzo, e rilevata presso gli orli del vaso: perchè tra l'acqua che ne lambisce le pareti e le molecole di queste, l'attrazione molecolare produce i suoi effetti. Diminuendo perciò il diametro del vaso a modo di ridursi ad un tubo, la superficie dell'acqua vi apparirà del tutto concava, del che distintamente più innanzi. L'agronomo intanto ha compreso per quanti modi si alteri quello *stare* de' liquidi, per la ridetta ragione che nulla in natura trovasi in *quiete* assoluta (§ 1956), ma la posizione ferma e tranquilla in dato luogo dello spazio, è il risultato dell'equilibrio tra le varie forze onde la materia è investita.

2. *Studio delle pressioni.*

2112. Pressione. Se non esistesse l'azione della gravità, tutte le molecole appieno mobili d'ogni liquido si premerebbero le une contro le altre. Cotesta pressione egualmente distribuita per tutta la massa, dicesi *pressione idrostatica;* eguale in qualunque punto, sia al fondo che alle pareti del vaso contenente il liquido.

Ma la gravità determina una pressione naturalmente diversa, alle diverse altezze della massa fluida. La molecola libera alla superficie cadrebbe, se non fosse sorretta da quella sottostante, la quale alla sua volta è dall'altra inferiore sostenuta, e così via dicendo di tutte. Supponi dieci molecole in fila l'una sotto l'altra. Segnandole coi numeri **0, 1, 2, 3 .... 9** dall'alto al basso, la molecola **1** sopporta la pressione appunto di una molecola ch'è la **0**; la molecola **2** sopporta quella di due molecole, cioè della **0** e della **1**; fino alla molecola **9** che sostiene il peso di nove molecole.

Ciò avviene per tutte le molecole a seconda dell'altezza o strato in cui si trovano. Ma per la estrema mobilità delle medesime, cotali pressioni estendonsi per tutti i sensi (§ 2024) e solo si elidono per la resistenza delle pareti che le contengono.

2113. Pressione del fondo. Vuoi tu indagare la pressione sofferta dal fondo d'una secchia, d'un tino, d'un vaso qualunque pieno d'acqua? S'esso fosse cilindrico e sì stretto da contenerne una sola fila verticale di **10** molecole, la pressione al fondo sarebbe eguale a quella della molecola 9 più il peso di quest'ultima molecola. Ciò è quanto dire che cotal pressione eguaglia il peso di tutta la colonna verticale d'acqua contenuta nel tubo, perciocchè quella colonna è come un aggregato di tante fila verticali di molecole quante ne occorrono a riempiere la grossezza del cilindro.

Se sia P la pressione, g l'intensione della gravità, d la densità del liquido, A l'altezza del cilindro e B l'area della sua base, l'espressione analitica di questa pressione sul fondo sarà

$$P = g d \, AB.$$

Ora g ha sempre egual valore; d è costante per uno stesso liquido; quindi la pressione equivale ad A B, cioè al prodotto dell'altezza del liquido premente, per la base premuta.

2114. Pressione dal basso all'alto. La condizione di quiete, o equilibrio d'una massa fluida sta nell'essere impedito a qualunque sua molecola di muoversi: quindi nè cadere, nè salire nè dirigersi a destra nè a sinistra. Immergendo nel liquido contenuto dal vaso A A (fig. 548) un tubo di vetro da lucerna, un cilindro qualunque senza basi, aperto cioè da ambo i lati, come C, Q e T, o si tenga verticale come C, o inclinato come T, o Q, più o meno immerso nel liquido quanto si voglia, l'acqua entro vi si tiene allo stesso livello che all'esterno $m\,m$ del tubo. Questo prova che quelle molecole hanno una pressione uniforme tra loro per sospingersi in qualunque direzione sino al limite ove tengonsi in equilibrio.

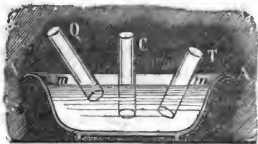



Fig. 548.

Fig. 549.

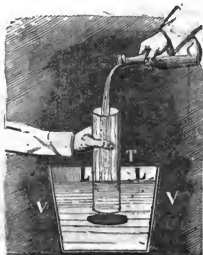
Se applico al fondo del tubo una piccola lastra di cristallo, reggendola col filo f (figura 549) finchè tocchi la superficie dell'acqua, appena vi arriva la lastra, per poco che immerga il tubo, senza più tenerla pel filo, la lastra rimane applicata al di lui fondo, perchè il liquido la sostiene colla pressione che esso esercita dal basso all'alto. Immergendo ulteriormente il tubo, sentirò sempre resistenza maggiore che s'oppone alla discesa contemporanea della lastra. Or bene, se nella posizione T (fig. 550) vuoti acqua entro il tubo, quando questa arriva al livello

esterno L L, la lastra cade da sè sul fondo del vaso. Allora adunque la pressione del liquido interno del tubo bilancia l'altra del liquido esterno, ed equilibrandosi, la lastra rimane libera e cade per lo suo peso.

Fig. 550.

2115. Avverti, se ne farai sperimento, che bisogna affinchè la lastra rimanga sorretta dal liquido, sia il peso dell'acqua da contenersi nel tubo T sino all'altezza L L, almeno eguale, o maggiore di quello della lastra.

È poi facile misurare cotesta pressione verticale esercitata dal basso all' alto, dalla quantità di peso che posso mettere sulla lastra stessa sino ad ottenere di farla cadere.

Avverti ancora che se tu inclini più o meno il tubo su quella lastra, curando però sempre che non entri acqua nel medesimo, occorre lo stesso peso perchè la lastra cada.

Da' quali fatti è ovvio dedurre:

1° In qualsivoglia strato orizzontale di un liquido omogeneo, tutti i punti risentono la stessa pressione. Dunque tutte le molecole *a*, *b* della seguente figura 551 ecc. che sono nella linea orizzontale di quelle due, d'egual pressione sono gravate.

Fig. 551.

2° La somma delle pressioni sopportate da uno strato orizzontale di un liquido omogeneo, equivale al peso del volume di liquido, che si ottiene moltiplicando la superficie di quello strato per l'altezza misurata dalla distanza tra il medesimo e la superficie di livello. Dunque lo strato in linea delle molecole *a*, *b*, soffre la pressione corrispondente all'area di quel piano orizzontale che passi per *a*, *b*, moltiplicata per l'altezza dell'acqua su quel piano medesimo.

2116. Pressione laterale. Vuolsi indagare la pressione sofferta dalla parete?

Riconsiderando la molecola *a* presso alla parete A D del vaso A B C D (fig. 551) essa subisce una pressione eguale alla di lei superficie orizzontale moltiplicata per l'altezza *a* A, ossia distanza dalla molecola alla superficie di livello dell'acqua. Ma le pressioni, perchè vi sia equilibrio, sono eguali in tutti i sensi (§ 2114); quindi la molecola *a* trasmetterà a una vicina *b*, nello stesso strato, eguale pressione e parimenti la eserciterà dall'altro lato contro quel punto della parete AD di cui è a contatto. Dunque la pressione sofferta da un piccolo disco qualunque della parete, è eguale alla superficie di quel disco moltiplicata per l'altezza d'acqua soprastante al centro del disco medesimo.

2117. Calcolo della pressione sul fondo. Si rammenti che la misura della pressione sofferta dal fondo di un vaso, è eguale all'area del fondo moltiplicata per l'altezza (§ 2113) dell'acqua. Sia un vaso cilindrico C di un

decimetro quadrato di base (fig. 553), pieno d'acqua sino all'altezza di 5 decimetri. Il peso di questo volume d'acqua sarà di 5 chilogrammi (§ 414), ed eguale a questo peso sarà la pressione sul fondo del vaso C. Ed è facile a comprenderlo immaginando che quell'acqua fosse congelata e non aderisse alla parete laterale del cilindro. Ma se il vaso fosse composto nella foggia R con base egualmente di un decimetro quadrato, e l'acqua vi si contenesse in eguale altezza di 5 decimetri, il peso dell'acqua sarebbe assai minore di 5 chilogrammi, e tuttavia la pressione sofferta dal fondo *ab*, sarebbe di 5 chilogrammi come quella sopportata dal fondo *m n*. Supponi che i due fondi *m n* ed *a b* fossero mobili e sostenuti da fili avvolti nelle carrucole E E ad F F, mediante i pesi G ed H, sperimentando troveresti che que'due pesi deono essere eguali per impedire all'acqua di farli cadere

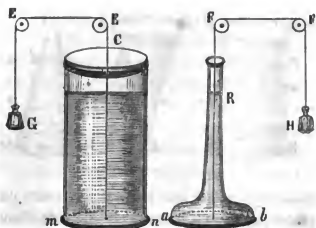



Fig. 552.

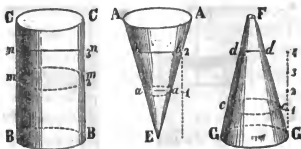
2118. Calcolo della pressione laterale. Questa pure può ridursi a peso e misura.

In un vaso qualunque fatto un foro nella parete, se si applichi un peso ad una valvola o stantufo che chiuda quel foro, si trova coll'esperienza che l'acqua riesce a sortire ogni volta che quel peso, applicato all'ostacolo, non eguaglia il peso d'una colonna d'acqua, la quale abbia per base l'area di quell'orificio, e per altezza la distanza tra il medesimo e la superficie di livello dell'acqua (§ 2116). Perciò quando apri una luce di chiavica in un canale, supponendo che l'acqua vi si mantenga costante allo stesso livello, quanto più bassa costruirai quella luce, tanto maggiore sarà l'impeto dell'acqua che ne sgorga, e la pressione che soffre lo zaffo onde turasi quel foro, è proporzionale all'altezza dell'acqua sul foro stesso sino al livello superiore dell'acqua nel canale. Ma più sotto, al § 2121, e 2124, si chiarirà come la pressione laterale si dimostri evidente, comecchè la parete sia verticale, ovvero inclinata.

2119. Centro di pressione. La pressione totale sopportata da una parete è adunque misurata dal peso di un prisma o colonna d'acqua che avesse per base l'area della parete, e per altezza una linea media, eguale cioè a data parte dell'altezza del liquido. Cotesta altezza media, come insegna la meccanica, eguaglia la distanza del centro di pressione della parete dalla superficie di livello. In un vaso cubico in cui l'acqua fosse alta quant'è un lato del fondo e' si parrebbe che la parete sopportasse una pressione eguale alla metà di quella di cui il fondo è gravato. Ma vi è questo da avvertire.

Se le pressioni laterali fossero costanti alle diverse altezze, cioè eguali tra loro, la risultante passerebbe pel centro di gravità della parete. Ma le pressioni aumentano colla profondità (§2118), quindi la risultante loro passa per un punto inferiore a quel centro di gravità, ossia il suo punto d'applicazione è più basso

del mezzo della parete; e questo punto dicesi *centro di pressione*, da non confondere col *centro di gravità*. Nel cilindro CC la linea su cui si trovano i centri di pressione è un circolo *m m* distante dal livello dell'acqua *nn* due terzi dell' altezza B *n*. Nel cono AAE il cui fondo è il punto E, la linea de'centri di pressione è un circolo egualmente distante da E che dal livello dell'acqua *bb*: ma nel cono F G G, questo circolo *cc* è posto a 3[4 sotto il livello *d d* dell'acqua.

Fig. 563.

Quindi è che nella pratica una cisterna isolata dee avere il suo muro più grosso quanto più s'avvicina al fondo, e così pure il muro di rivestimento d'una sponda inclinata; mentre ad esempio la resistenza maggiore di una vòlta che possa riempiersi d'acqua, come nelle chiaviche, ponti, ecc. e il pericolo maggiore che sia cacciata in alto è circa ai tre quarti dell'altezza al di sotto del livello superiore.

2120. Epiloghiamo per chiarezza quanto s'è detto:

I^a Condizione d'equilibrio; *le molecole superiori e libere, deono disporsi in una superficie perpendicolare alla direzione della forza di gravità.*

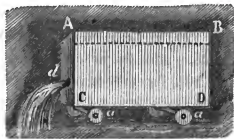
II^a Condizione di equilibrio; *qualunque molecola dee soggiacere per ogni verso a pressioni eguali e contrarie.*

III^a La pressione *sopportata dal fondo orizzontale di qualsivoglia vaso pieno di liquido, è eguale al peso del prisma dello stesso liquido, che abbia per base quel fondo, e per altezza quella del liquido.*

IV^a La pressione *esercitata sulla parete laterale d'un vaso pieno di liquido, è eguale al peso d'una colonna dello stesso liquido ch'abbia per base la parete, e per altezza la distanza del di lei centro di pressione dal livello superiore del liquido.*

Ma v'è ancora altr'altro da dire.

2121. Principio di reazione. La cassa d'acqua ABCD (fig. 554) soffre pressione al fondo C D, ed alle pareti C A, e D B. Le pressioni sul fondo sono distrutte dal piano su cui esso si posi. Ma le pressioni laterali ?

Fig. 554.

La parete AC soffre pressione come la parete B D in senso orizzontale per amendue, ma in direzione opposta, onde essendo eguali e contrarie s'elidono e il vaso sta fermo. Perciò se si diminuisca la pressione da un lato, il recipiente tenderà a muoversi dal lato contrario. Quella cassa si riponga sovra un piano levigato munito al fondo di carrucole *a a* per togliere la resistenza degli attriti, e al punto *d*, centro di pressione, si apra un foro *d* onde l'acqua n'esca; non essendo più equilibrata la pressione sopportata dalla parete D B, il vaso sarà spinto e si muoverà da questa parte.

Per meglio conoscere questo movimento, costruendo un tubo spirale mobile attorno ad un asse che riceva alimento di liquido dall'alto, e termini in fondo con un orificio, appena riempiesi d'acqua, e il liquido comincia ad uscire, la spirale ruota in senso contrario alla direzione in cui esce il liquido.

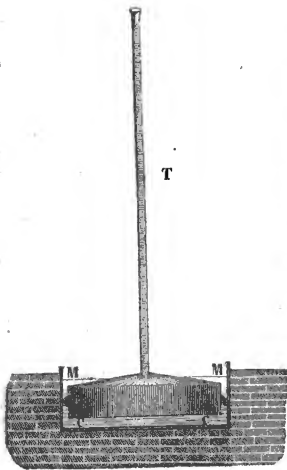
Questo principio, ch'è in sostanza la differenza tra due pressioni, ha nome di *principio di reazione*, e se ne vedranno applicazioni utilissime nell'agraria idrologia.

2122. Paradosso idrostatico. Da quel principio che la pressione sopportata dal fondo del vaso è eguale ad un prisma avente per base quel fondo, e per altezza quella del liquido, consegue il sommo vantaggio di poter esercitare sopra un piano orizzontale con un chilogramma d'acqua la pressione di **10**, **100** ed anche **1000** chilogrammi: ovvero per converso quella d'un decimo, centesimo o millesimo di chilogramma a norma della forma delle pareti laterali. Questo principio d'equilibrio è chiamato *paradosso idrostatico.*

Fig. 555.

T

M M

Che se si riconsideri il *principio di reazione* (§ **2107**) ne discende la spiegazione della potenza enorme che può trarsi dalla pressione dell'acqua. Supponi in M M (fig. **555**) una macina da molino collocata in un piano orizzontale I ricinto in modo che possa contenere l'acqua. Applicando pel foro della macina un tubo T entro cui versando acqua, giunga questa a spandersi in CC sotto la macina, riempiendo quel tubo, purchè sia T di convenevole altezza, e l'acqua non possa elevandosi fuggire da M ed M, si può pervenire ad alzare quella macina. Da questa idea all' ingrosso passerò, in acconcio luogo, alla descrizione del *Torchio idraulico* ovvero *Strettoio idrostatico*, il cui uso merita di essere più noto agli agricoltori per le molte ed utili applicazioni che può avere nelle bisogne campestri.

3. *Vasi e liquidi diversi.*

2123. La **pressione in vasi diversi** si esercita dai fluidi sempre eguale sul loro fondo, purchè l'altezze de' liquidi sieno eguali (§ **2117**). Se i fondi de' recipienti A B e C (figura **556**) sieno eguali, e l'acqua contenutavi, in tutti ad eguale altezza *a*, *a*, *a*, i tre fondi M, N, O soffrono eguale pressione, ancorchè il peso dell'acqua contenuta in A fosse maggiore che in B o in C. In fatti nel

vaso C che strignesi verso l'alto, la pressione che soffrono tutte le molecole è la

Fig. 556.

stessa, e quelle vicine alle pareti, se non han liquido sopra, soggiacciono per la resistenza della parete stessa all'egual pressione che se loro sovrastassero colonne liquide fino all'altezza di livello d'acqua nel vaso. Al contrario nel vaso B le molecole, la cui verticale cada fuori del fondo O, premono sulla parete del vaso, e non sul fondo. Quando adunque i fondi sieno d'area diseguale, ma l'altezza del liquido sia la stessa in tutti i vasi, la pressione sofferta da ciascun fondo è proporzionale alla sua area. In altri termini, qualunque sia il fondo, quando l'acqua è ad eguale altezza e tranquilla, ogni millimetro quadrato della sua superficie è gravato d'egual pressione (§ 2113).

Importa notare: 1° che la pressione sul fondo del vaso verticale A equivale al peso dell'acqua contenutavi, mentre nel vaso B è maggiore e in C minore: 2° che la pressione cresce coll'altezza dell'acqua, onde lo stesso peso di questa eserciterà maggiore pressione sul fondo, quanto minore è il diametro del vaso: 3° che nei vasi i quali s'allargano verso l'alto, le pareti sopportano una pressione nella direzione del peso, cioè dall'alto al basso: ne'vasi i quali si restringono, le pareti soggiacciono a pressione in senso opposto, cioè dal basso all'alto.

2124. Nel calcolare la pressione sopportata da una parete, basta ricordare ch'essa è nulla alla superficie dell'acqua, e massima al fondo nel senso della direzione della gravità, e per converso minima al fondo e massima alla superficie nel senso inverso. S'agguardi la figura 557. Suppongasi che F A rappresenti la sponda d'un recipiente d'acqua elevata fino ad A A; essa soggiace al peso di tante colonne d'acqua *ma*, *nb*, *oc*, *pd*, ecc. misurate dalla lunghezza, ossia altezza di ciascuna di quelle colonne. Ma riserbo al III LIBRO gli ulteriori dichiaramenti, ivi più necessari per valutare le diverse forme e pendenze delle sponde e pareti, contenenti acque stagnanti. E similmente, quando invece la parete s'inclini sul liquido, come nella figura 558, nel qual caso essa soffre la pressione dal basso all'alto (§ 2114): pressione di sì grave momento ch'è la causa per cui si sollevano e schiantano le vôlte delle botti sotterranee, quando l'acqua esteriore cessa di soprapassarle, se cotale pressione, o diciamo anco spinta verticale, non venne a dovere calcolata.

Fig 557.

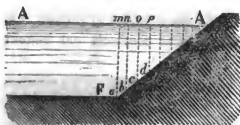



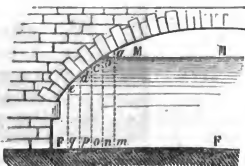
Fig. 558.

2125. **Unione di più liquidi.** Se fosse possibile nel vaso A B C L (figura 559) introdurre contemporaneamente mercurio ed acqua, e riempiutolo ottenere che rimanessero così distinti tra loro come il sono nella citata figura, quella 1ª *condizione* (§ 2120) sarebbe adempiuta: la seconda no certo. Qualsiasi punto *a*, da una parte sarebbe sollecitato da pressione laterale non eguale a quella che risente dall'altre parti. Perciò la molecola *a* di mercurio investita da una pressione maggiore delle molecole del mercurio ch'è più pesante, che non da quella dell' acqua, ch'è più leggera, dovrà rimuovere questa e farsi strada per discendere al fondo. E così l'altre molecole del mercurio si disporranno tutte in uno strato orizzontale OP e quelle dell'acqua disporrannosi pure orizzontalmente, ma sopra lo strato del mercurio, come dimostra la figura medesima. Lo che vale per ogni sorta di liquidi, sensibilmente diversi di densità e non atti a mescersi tra loro. Un certo grado d'adesione tra le molecole di due differenti liquidi ritarda o rende tal fiata meno compiuta la loro separazione, ove sieno contemporaneamente versati in un comune recipiente. Infatti dibattendo olio nell'acqua e versando il miscuglio in un vaso, scorgonsi le molecole dell'olio lentamente ascendere a galla, e quelle dell'acqua avviarsi verso il fondo; ma infine riescono a dividersi affatto, rimanendo inferiore lo strato dell'acqua.

Fig. 559.

4. Recipienti comunicanti.

2126. **Liquidi ne' vasi comunicanti.** Ora può comprendere l'agronomo da quali principii discenda lo strumento detto *livello ad acqua* o *livello a tubi comunicanti*. Se parecchi recipienti comunichino tra loro, siane pur qualunque la forma, il liquido s'alza ne'medesimi allo stesso livello. Oltrechè s'è dimostro pel § **2114**, fig. **548**, con facile sperienza affatto villesca può rifermarsi. Non so s'abbi mai posto mente alla massaia quando reca l'imbratto ne'truogoli agl'immondi ma saporosi grufolanti, che nel chiuso mantengonsi a producimento di adipe. Essa comincia dal truogolo segnato A nella fig. **560**, indi procede al B,

Fig. 560.

poi al C versando, non sempre con egual metro in ciascuno, quel nutriente

liquido, il quale se le tramezze fra truogolo e truogolo avessero adatto foro nel fondo, da sè scompartirebbesi e in tutti d'egual misura, sol che in uno d'essi la massaia senza tanto affoltarsi il riversasse. Esempio, a cianciar vero, un po' proprio rustico, ma sufficiente a render palese la legge dei liquidi; i quali, qualunque siasi l'ampiezza e la forma di recipienti, purchè tra loro comunicanti, in tutti distribuisconsi, non in pari volume, nè in pari altezze (rispetto al fondo de'medesimi) ma in egual livello.

2127. Non meraviglievole adunque se due laghi in elevati luoghi, comecchè divisi da colli e vallate, ponno aver l'acque ad eguale livello; conciossiachè canali e vene sotterranee che mantengano la comunicazione tra loro, bastino per darne ragione. Nè da diversi principii discende lo elevarsi di getti d'acque nei pozzi trivellati, o *modenesi*, detti anco *artesiani*. Similmente le *botti sotterranee*, per volgare a *salto di gatto*, onde l'acque d'un canale fannosi come piegare entro terra per sottopassare strade, o correnti, o altri ostacoli, e risalire poi al livello anteriore, son pur dipendenti dalle stesse leggi d'equilibrio e di pressione dei liquidi. Condotta l'acqua in serbatoi superiori agli edificii, in parecchie città (1) a mezzo di tubi che discendono e sottopassano fabbriche e strade per rimontare fino ad altri serbatoi elevati di cui sono i varii edificii forniti, appena s'apre la comunicazione pe'detti tubi fra i diversi serbatoi e quello principale, da esso tutti s'alimentano, e con immensa comodezza e profitto l'acqua viene alle cittadine famiglie distribuita.

5. *Arte del livellare.*

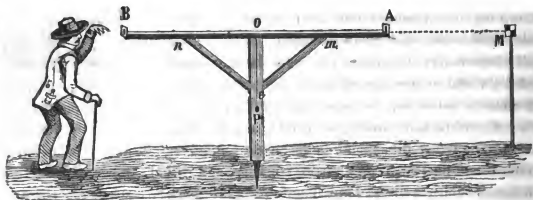
2128. Livellazione de' terreni. Livellare due dati punti qualunque, è determinare la differenza delle distanze loro dal centro della Terra. Il *Lago Maggiore* ha il cristallo delle sue acque tranquille egualmente ad ARONA, a BAVENO, a MAGADINO, distante da quel centro. Così il mare placido ha la sua superficie a GENOVA, a LIVORNO, a CIVITAVECCHIA, a NAPOLI ed a PALERMO, ad egual distanza dal centro terrestre, come a NIZZA, a MARSIGLIA, a BARCELLONA, ecc. Se il tuo prato, il tuo campo, il tuo tenimento è a perfetto livello, ciascun suo punto è sempre da quel centro equidistante. Dunque se l'acqua tranquilla ha quella condizione d'equidistanza, quando il tuo tenimento ha la sua superficie disposta come da sè la prenderebbe l'acqua in riposo, quel tenimento avrà la sua superficie a perfetto livello. Qualche volta si livellano luoghi allagandoli, e dalla diversa altezza dell'acqua ristagnante comprendesi quali punti del terreno deonsi rinnalzare, e quali dibassare. Ma per assai motivi siffatto metodo raramente è pratichevole. Quindi il ricorso a strumenti che con pari comodezza e facilità vi sopperiscano.

2129. Il **livello a squadra**, o **a pendolo**, è tra tutti il più semplice. Con pochi regoli, una gugliata di accia o di filo, e un pezzetto di piombo o di

---

(1) Gli acquidotti degli antichi non lasciano vestigio di porzioni in cui avessero ricorso a così detti *salti di gatto*, o vogliam dire attestassero cognizione della proprietà de' liquidi, di porsi a livello ne' tubi comunicanti. Forse vollero evitare le difficoltà e gl' inconvenienti delle costruzioni sotterranee: ma nel III Libro rileverò congbietture per le quali è da supporre l'accennata proprietà non disconosciuta nell'idraulica antica.

pietra, puoi comportene uno quante volte di meglio non puoi valerti. Nel *Planiscopio* che ho proposto al § 1775, quando esattamente costrutto, si ha il mezzo di conoscere se due punti distanti, quanto è lunga la traversa A B di quella figura 432, sono a livello; come può darlo eziandio, e muratori e legnaiuoli se ne valgono, l'*archipenzolo* del § 1102, fig. 93. Capovolgendo di certa guisa questi strumenti, può costruirsene uno nella foggia recata dalla figura 561. Un regolo

Fig. 561.

ben diritto A B (1) connettesi a squadra col bastone O P mercè i due eguali regoli obliqui *em* ed *en*. Al punto O sospendesi il pendolo P, e quando si collochi, mercè l'indicazione dello stesso pendolo, esattamente verticale il bastone o piede P O, il regolo A B disponesi nella linea orizzontale, come l'acqua farebbe per la ragione al § 1981 dichiarata. Quindi munito l'A B di due piccoli scopi A e B di cartone, od altra lastra verticali, traguardando pe' due fori fatti ne' medesimi a pari altezza sul piano del regolo A B, colla palina M riscontrasi il livello de' varii punti del terreno in cui essa mano a mano si riporta, come sarà nel III e IV LIBRO, meglio specializzato.

2130. Livello a tubi comunicanti. Per livellazioni di vaste estensioni, per segnare profili di strade, di argini, di canali ecc., il *livello ad acqua* ossia a *tubi comunicanti* è il più comune. Un tubo M M' di ottone (fig. 562) della spessezza d'uno a due centimetri, e lungo 120 a 150, è piegato alle due stremità ad angolo retto, terminando con due recipienti di vetro M F ad M' F' ermeticamente comunicanti col tubo medesimo, quali la figura addimostra. Un appoggio in P fornito di tre piedi mobili B, B, B'', s'unisce a snodatura, affinchè si possa ripiegare a bell' agio. Per la dimostrata legge d'equilibrio de'liquidi, versando acqua sia in F, sia in F', diffondesi in tutto il tubo, e si eleva ne'due bracci

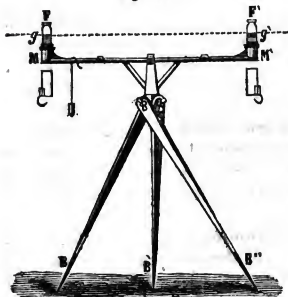



Fig. 562.

(1) Per conoscere se i regoli son ben diritti discende il mezzo dal 1° Problema della GEOMETRIA AGRARIA (§ 1054): per collocarli in isquadra dal § 1097.

verticali ad eguali altezze parallelamente alla linea d'orizzonte. La punteggiata $g g'$ raffigurante il prolungamento della superficie del liquido, quale scorgesi nei due tubetti di vetro; è dunque una linea a livello. Quindi se una visuale passi per cotesta linea, tutti gli oggetti in cui possa incontrarsi, troverannosi nel piano orizzontale dalla visuale medesima rasentato. Il liquido di cui si fa uso vuol essere colorato in rosso o in nero, perchè meglio riescano visibili le sue superficie entro i tubetti di vetro: affisando le medesime col porre l'occhio in g, ovvero in g', dirigendo lo strumento verso il punto da livellare, in questo luogo collocasi lo scopo o mira, mercè del quale rilevasi l'altezza del punto stesso rispetto alla orizzontale linea visuale, che passa pe' detti punti g e g'.

Fig. 563.

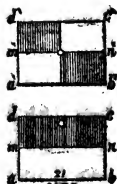



Fig. 564.

2131. Livello a bolla d'aria. Invece del tubo piegato ad angolo nelle sue stremità, si adopera il tubo di vetro insinuato nella custodia d'ottone quale vien rappresentato dalla fig. 563. Il qual tubo di vetro riempiesi quasi totalmente di liquido leggermente colorato, rimanendovi la piccola porzione vuota, cioè a dire, piena d'aria, che costituisce appunto quella cui dicesi *bolla d'aria*. Per la stessa ragione d'equilibrio de' liquidi, questa bolla, in qualunque posizione del tubo, si porta sempre nella parte più elevata del medesimo: conciossiachè tra due fluidi, il più denso debba sempre cadere nella parte inferiore e rimuovere là bolla dotata di minore densità (§ 2112). Perciò quando il tubo sia collocato orizzontalmente, la bolla da sè si colloca alla metà del tubo stesso, come appare dalla figura: lo che poi meglio s'agevola quando esso tubo nel suo mezzo sia lievemente convesso. In più acconcio luogo (LIBRO III) dirò le cautele pratiche sia nel costruire che nell'adoperare gl'indicati strumenti, e della opportunità di munirli di cannocchiale come l'ALBERTI propose, onde poi il livello diottrico del MONTANARI, e l'altro più ausato a cannocchiale del CHEZY, non che quello *a galleggianti* del CASTELLI; e noterò gli errori di livellazione, agevoli altrettanto a commettersi che a rettificare. Lo scopo o mira addietro accennata, per solito ha la forma dalla fig. 564 a bastante chiarita, per non ispendervi ora altre parole.

2132. Liquidi diversi in recipienti comunicanti, ascendono ad altezze che stanno in ragione inversa delle densità de'liquidi medesimi. Immaginate un tubo

A p o B ripiegato parallelamente a se stesso, e disposto come accenna la fig. 565 sulla lastra o tavoletta T appesa al muro. Esso forma come due rami A *p*, e B *o*, in mezzo a cui si applica piccola scala divisa in centimetri e millimetri. Versate un po' di mercurio nel râmo A, esso si collocherà con pari livello nell'altro ramo B. Di poi versate in B tant'acqua che basti col suo peso a spostare dallo stesso ramo B quel mercurio, fino al punto di livello della orizzontale *m n*, la quale passa per lo zero o principio della scala anzidetta. Vedrete che per costringere il mercurio a ritirarsi di quel modo, vi converrà aggiugnere tant'acqua, che l'altezza sua *o b* sia quattordici volte maggiore dell'altezza *p a* del mercurio, e ciò appunto perchè il pèso specifico dell'acqua sta a quello del mercurio : : 1 : 14 (1). Non è d'uopo ripetere che per l'equilibrio dello strato inferiore in cui s'incontrano i due liquidi eterogenei, ciascuna molecola dee essere premuta egualmente da una parte e dall' altra, cioè a dire, ogni colonnetta liquida da un lato dee pesare quanto l'altra colonnetta che contrappone il suo peso.

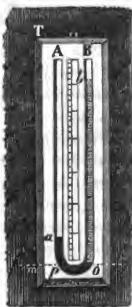



Fig. 565.

Potresti opporre: non si dee contare questo peso del mercurio da *a* fino ad *o*, anzichè solo da *a* fino a *p*? Ma se tu supponi che al di sopra della linea *m n* non vi sia liquido, quel mercurio tra *p* ed *o* starà in equilibrio, e le due superficie di esso, *p* ed *o*, saranno a livello: dunque sia pressione, sia spinta verticale, sono ne' due punti *p* ed *o* affatto eguali.

La predetta legge d'equilibrio de' liquidi eterogenei può valere a farcene apprezzare l' individual peso: ma nol si può quante volte essi hanno facoltà di mescersi tra loro (§ 2122): onde conviene aver ricorso all'aiuto de'solidi, come poco stante fo chiaro.

6. *Struttura de' liquidi.*

2133. Per **liquido** definiscono alcuni quel corpo le cui minime particelle sono interamente slegate fra loro, e che non cangia sensibilmente di volume sotto alle ordinarie pressioni (2). Questa indipendenza e questo slegamento non sono sì compiuti da escludere quella forza di coesione tra le stesse molecole de' liquidi dianzi avvertita, ed in ispecie nel § 1998. Nella citata sperienza del GUYTON de MORVEAU (§ 2003) i pesi posti nel bacino C (fig. 517) indicano quell'*adesione*, perchè non v' ha luogo a comprendere pure lo sforzo del distacco tra strato e strato di mercurio, se punto non ne rimanea aderente al disco metallico: ma quando questo rimane bagnato dal liquido cui venga accostato, cotale sforzo ha un valore proporzionale alla coesione delle molecole del liquido.

---

(1) Così secondo il MAJOCCHI: secondo il POUILLET, la proporzione sarebbe : : 1 : 13; secondo il REGNAULT : : 1 : 13, 59 ecc.

(2) TURAZZA. *Trattato d'Idrometria.* PADOVA 1845, pag. 7.

Dopo gli studii fatti nell'ART. II sul vario stato de'corpi, la struttura de'liquidi dee a bastante comprendersi: e nella investigazione delle proprietà statiche de'medesimi, rimane solo a dire sulla relazione loro coi corpi solidi, cui però è mestieri precedano le alcune seguenti nozioni delle proprietà speciali de' liquidi, anco per vie meglio comprendere il passaggio de'solidi e gas in liquidi e viceversa.

2134. Della **gravità** rispetto all'azione sua ne'corpi liquidi, e' si parrà sufficiente quanto si accennò intorno all'equilibrio e pressione loro, tenendo a calcolo l'avvertenza sulla reciprocanza d'attraimento, onde il fenomeno delle maree (§ 1995): fenomeno di cui si fa stima, perchè l'enormezza delle masse liquide dei mari ne rende gli effetti apertissimi: ma non per questo dee per altre masse minori aversi proprio in estimazione di nonnulla. La *gravità specifica* de' liquidi non potendo quasi mai (§ 2132) riconoscersi che coll'aiuto de'solidi, perciocchè richiedesi la cognizione del volume, e questo i liquidi non hanno da se medesimi, se non contenuti da altri corpi (ART. II), quindi ne farò motto più innanzi. Sull'*adesione* vale quanto addietro si è cennato, come pure sulla *coesione*, oltrecchè mano a mano ne ricorre parola.

2135. Che poi l'**impulsione** sia principal causa dello stato liquido della sostanza materiale, comple dar polso alle addotte conghietture con un fatto che a primo aspetto le infirmerebbe.

Una goccia d'acqua sovra lamina levigata, in piatto disco distendesi. Ma se quella lamina sia di ferro e roventata, la goccia, anzichè di quel modo avvallarsi, in forma di sferoide si concentra, qual farebbe goccia di mercurio in sul vetro; ed oltracciò non tocca la rovente lastra, e sì lentamente in vapore si risolve, da impiegarvi tempo 30 e 40 volte maggiore di quello necessario, quando fosse in istato di bollimento. Nel freddarsi la lamina, l'acqua perde quella forma sferale, bagna il metallo, e incontanente s'evapora. Non qui la ragione del fenomeno, conciossiachè spetti alla vegnente SEZIONE: ma il fatto, cioè quello rilevato dai fisici, della temperatura di soli gradi 96, 5 nella goccia concentratasi a sfera, laddove 100 ne occorrono per la bollizione; quali gli aveva la lastra, e sì d'avanzo, che la sferoidale goccetta per la sua soperchia roventezza non poteva accostarla.

2136. Compressibili appena e difficilissimamente si dissero i liquidi al § 2065: ma per la ragione che gli strati inferiori sopportano la pressione dei superiori, gli è ovvio conghietturare che per l'enorme pressione di quegli ultimi nel fondo del mare, deono subire una *compressione*. Non potrei intrattenermi a descrivere il *piezometro* dell'OERSTED, o apparecchio di *compressione pei liquidi*, ma non so trasandare i risultamenti con esso ottenuti, mercè le sperienze dell'OERSTED, del COLLADON e dello STURM (1), che soggiungo a compimento degli antescritti nel § 2107.

---

(1) MAJOCCHI. Elem. cit. Tom. I, pag. 390.

COMPRESSIBILITA' *de' liquidi* (per un'atmosfera) valutata in parti *milionesime del volume primitivo.*

	OERSTED		COLLADON e STURM	
	Osservata	Calcolata	Osservata	Calcolata
Mercurio	1 —	2,65	5,03 —	3,58
Alcoole	20 —	21,65	96,50 —	94,95
Solfuro di carbonio	30 —	31,66	» —	»
Acqua privata d'aria .	45 —	46,65	51,30 —	49,65
Etere solforico . .	60 —	61,65	133,00 —	131,35
Acido solforico . .	» —	»	32,00 —	30,35
Acqua naturale . . .	» —	»	49,50 —	47,85

I numeri calcolati sono gli esatti da tenere in conto, perchè dipendenti dalla correzione dei risultati ottenuti direttamente dalla osservazione: la differenza tra gli stessi numeri calcolati, è da imputare a diverse temperature dei liquidi nell'atto dell'esperimento. Notiamo che il peso d'una colonna d'acqua alta circa 10 metri equivale alla pressione d'un'atmosfera; quindi lo stato immediatamente inferiore dee subire quella compressione indicata in circa 48 milionesimi. Dal che si può arguire quella degli ultimi strati d'acqua ne' stagni o laghi profondi e nel mare. Nel trattare delle nozioni zoologiche e zootecniche più opportune all'artificiale produzione e governo de' pesci, l'esposto rilievo non riuscirà disutile. Perchè poi l'acqua priva d'aria sia più compressibile dell'acqua naturale, nella III SEZIONE sarà da vedere.

2137. La **fusione** è altro de'mezzi di passaggio dallo stato solido al liquido, e « la temperatura necessaria a produrlo, afferma il PIRIA, è costante per ciascun » corpo, cioè si richiede sempre lo stesso grado di calore per ottenerne la fu- » sione (1) » Queste quantità varierebbero soltanto tra corpo e corpo. Tuttavolta esaminiamo i seguenti numeri di gradi termometrici, additati da varii autori.

	PIRIA (2)	BERZELIUS (3)	REGNAULT (4)
Ghiaccio fonde a gr.	0	0	0
Fosforo . . . . »	43	35	44, 2
Jodio . . . . . »	107	107	107
Solfo . . . . . »	113	108	111
Stagno . . . . »	230	228	228
Piombo . . . . »	334	325	335
Zinco . . . . . »	360	412	500
Argento . . . . »	538	1023	1000
Rame . . . . . »	1092	1091	(*)
Oro . . . . . . »	1102	1097	1200
Ferro . . . . . »	2118	1530	(**)

(1) PIRIA. Tratt. Elem. di Chim. inorg. FIRENZE 1851, pag. 4.
(2) Id. ibid., pag. 5; pag. 482; pag. 541; e pag. 395.
(3) BERZELIUS. Traité de Chimie. BRUXELLES 1838. T. I. Sui dati del DANIELL, del CREIGTHON, del RUDBERG e del KUPFFER.
(4) REGNAULT. Cours Élém. de Chimie. PARIS, 2 Édit.
(*) Si fonde a calore molto rovente.
(**) La più alta temperatura che si possa produrre in un forno a vento.

2138. Conciossiachè non possa chi non abbia le traveggole disvedere le differenze rimarcabili tra gli esposti dati, è giuocoforza conchiudere, o che i chimici discordano nelle loro affermazioni, o meglio che l'affermata costanza di temperatura si verifica non per tale o tal altro corpo o metallo, ma per ciascuna particolare specie, o individualità. E per vero dire, certe qualità di ferro, ad esempio, o di piombo, fondonsi a calore meno intenso che altre qualità di detti metalli. Lo che avverto, acciocchè trovando assegnati 33 gradi al sego, 49 allo spermaceto, 68 alla cera bianca, siccome necessarii perchè cotesti corpi si struggano, vogliansi accogliere come medii o prossimativi, per l'anzidetto riflesso, il qual poi dee valutarsi maggiormente ne'corpi di natura organica.

Gli altri mezzi, tra quali l'elettricità e lo scioglimento ne' liquidi e le chimiche combinazioni, che valgono, oltre il calorico (§ 2026) alla liquefazione de'solidi, saranno a bastante dilucidati ove l'uopo, restando ora a dire in certo modo del disfacimento de' liquidi.

2139. La **vaporazione** tramuta i liquidi in aeriformi. Questo passaggio, secondo alcuni chiamasi ebullizione (1), ed esige in ciascun corpo lo stesso grado di calore, stando invariabile la pressione cui il liquido soggiace. Salva l'avvertenza esposta sulla costante temperatura rispetto alla *fusione*, che vuolsi applicar similmente alla *vaporazione*, si noti tra i liquidi che,

l'**Alcoole** bolle a	78	**Fosforo**	290
Acqua	100	**Acido solforico** . . .	326
Essenza di trementina.	157	**Mercurio**	360

Ma la bollizione è uno de'mezzi, e non l'unico, di vaporazione: non solo vedrai di continuo corpi bagnati asciugarsi più o meno lentamente a temperature assai minori di 100°, ma una goccia di mercurio da se stessa poco a poco dilegua (2); lo che (ammesso anche l'assorbimento d'alcuna porzione di liquido, operato dai solidi cui aderiscano) rivela sempre buona parte che vaporò senza verun principio, nè men rimoto, di bollizione. Per cotesti fatti pretenderebbero anzi taluni di escludere il calorico da verun officio nella vaporazione.

2140. **Obbiettano** essi, a ripruova di forza ripulsiva inerente alla materia concreta, che l'acqua « quand'anche sia congelata dal freddo, ciò nullameno » diffonde di continuo un debol vapore, nella cui forma svanisce poco a poco, » restando ferma sempre la temperatura bassa che la riduce in ghiaccio (3). » Al che si può solo rispondere nella seguente SEZIONE, notando per ora che la vaporazione induce produzione di freddo, il quale, per dirlo col CARDANO (4), è piccolo, scarso calore, e in questo caso è partenza sua nell'accompagnare le molecole del ghiaccio a contatto dell'atmosfera, più o meno facilmente vaporabili. La temperatura poi dell'atmosfera medesima, quando sia superiore a quella del ghiaccio, fa naturalmente ufficio di riscaldarne la superficie cui lambisce, ed

---

(1) PIRIA. Tratt. loc. cit., pag. 5.

(2) *Le mercure peut se vaporiser déjà à la température ordinaire; ainsi une goutte de mercure, exposée à l'air, se réduit peu à peu en vapeur: elle y met plus de temps qu'une goutte d'eau, toutefois elle finit aussi par disparaître entièrement.* LIEBIG. Lettres ecc. loc. cit. III Lettre.

(3) SELMI. Princ. elem. di Chim. min. Cap. IV, pag. 27. Anche il LIEBIG (per tacere d'altri parecchi) così esprimesi: *cette faculté de se gazéifier repose sur la tendance que présentent les molécules des corps à se repousser, à s'écarter.* Lettre III.

(4) *De Subtilitate* 1551 *Frigus.... nihil esse nisi calorem illum exiguum*, p. 68-69.

aiuta quel fenomeno di vaporazione senza apparente sussidio del calorico, che come ho detto, sarà viemmeglio più innanzi dischiarato. Nè l'agronomo dismentichi la sottile perspicacia del CARDANO; vo'dire, non ritenga mai che ne'corpi per ragione di ghiaccio e di freddo sia compiuta assenza di calorico. La temperatura zero, non vuol già dire zero calore: per accertarsene basta riflettere al mercurio, il quale se dee esso, per maniera d'esprimere, agghiacciare, ossia farsi solido, dee perdere anche 39 gradi di calore, conservandosi liquido sino presso a — 39.

2141. Uno zampilletto, o diciamo, filettino d'acido carbonico liquido, nel momento di sgorgare nell'aria, il suo stato gasoso riassume, ma rubando tal quantità di calore alla porzione rimasta liquida, che questa in foggia di bianca neve si solidifica (1). Oltrecchè questo fatto riferma le presunzioni or ora esternate sulla vaporazione, l'ho qui soggiunto perchè il lettore studioso lo rimemori a suo tempo, intantochè rimarcherà questa doppia conversione contemporanea d'uno stesso liquido, il quale per una parte scambiasi in gas, e per l'altra in solido si tramuta. È mestieri afferrar bene cotesta capacità delle molecole liquide, la cui mobilità lor consente di abbandonare quello stato, sia riattaccandosi in solidi, sia vaporosamente spandendosi. E vedi singolarità, che studievolmente rilevo. La compressione de'liquidi appena conseguesi con enormezza di pressione (§ 2156), e perchè s'evaporino (senz'aiuto del calore) è d'uopo levargli il carico del peso dell'atmosfera. Invece poca giunta o sottrazione di sostanza etèrea quei tramutamenti sviluppa. Dico poca, in quanto che basta spesso il disquilibrio del calorico, ch'è nel liquido, con quello d'altro corpo a contatto, o circostante, per occasionare un lento e quasi insensibile evaporamento, o condensazione. Del quale evaporamento ho pur dato esempi, mentre per la condensazione ne vedremo riprova, in ispecie nell'assorbimento de'gas operato da speciali corpi porosi, ed anche parlando, più sotto, del peso dell'acqua.

2142. Più vengo oltrando in questi perscrutamenti de'fenomeni naturali, più lamento meco stesso la mia grave insufficienza. Conciossiacchè le più ardue dottrine siano quelle che m'appaiono più necessarie a conoscersi per l'investigazione occorrevole in seguito negli studii agrologici riferibili alle piante ed agli animali, ed in genere al MECCANISMO DELLA PRODUZIONE. E cotali teoremi fondamentali della filosofia positiva, non mi paiono a capello avvistati dai fisici. Io non so, ad esempio, se abbiano appieno considerato non accadere produzione sensibile di calore senza eguale scemamento del medesimo in altri corpi adiacenti o circostanti; lo che implicherebbe non potersi avverare passaggio di un corpo da liquido a gasoso, senza ch'altro contemporaneamente da gasoso si faccia liquido, o da liquido solido; e lo stesso accada similmente per converso, cioè non si solidifichi un liquido senza ch'altro corpo non raccolga il calorico che in quell'atto dal liquido si sprigioni, e via dicendo, egualmente nelle vaporazioni e *gasificazioni* addivenga.

---

(1) *On croyait d'abord en effet, que cette substance cristalline était de véritable neige, c'est-à-dire de la vapeur d'eau solidifiée dans l'air; mais un examen plus attentif la fit bientôt reconnaître pour de l'acide carbonique congelé, d'une parfaite pureté.* LIEBIG. *Lettres* ecc. VIII Lettre.

2143. S'avvertirà che la combustione sembra farsi sorgente di calorico senza questa mutua sostituzione, cui accenno e indagherò parlando più specialmente della sostanza eterea. Ma gli è certo che il rifreddamento delle materie circostanti, nel passaggio di altre dallo stato solido o liquido al gasoso, è grandissimo. Con un miscuglio d'etere e d'acido carbonico concreto, in un batter d'occhio, rendonsi solidi e malleabili cinque, dieci e più chilogrammi di mercurio. La CHIMICA AGRARIA ne farà conoscere la relazione gravissima di questo fenomeno colle mie dubitazioni.

2144. La **figura o forma** delle molecole ne'liquidi si volle sin da LEONARDO da VINCI, sferica (1) avvegnachè considerasse egli piuttosto la sfericità dell'acqua nel suo complesso che nelle sue particelle. Una molecola componendosi d'indefinito numero d'atomi, questi ponno disporsi intorno ad un atomo centrale di guisa, da raffigurare un poliedro di tal numero di facce da pareggiare prossimamente una sfera. Non ho a ponderare in questo luogo le speculazioni sulla forma otricellare dello solfo e del fosforo dal BRAME (2) concepite. Cotesta forma è però riducibile alla poliedrica anzidetta cui sottraggasi l'atomo centrale per quella stessa presunzione o conghiettura, a mia stima non affatto improbabile, onde la reciprocanza d'attraimento mi fe' dubitare nel § 1996 sulla pretesa solidità di un centrale nucleo terrestre: ed invero la coesione, o attrazione molecolare, essendo governata dalle stesse leggi dell'attrazione universale (§ 2000 e 2001) non può produrre che analoghi effetti. Ora mi basta se l'agronomo consideri che un liquido è come il *prodotto* dello sfacimento di un solido; ma per qualsiasi modo le sue molecole risolvansi in altre più piccole o di forma diversa, perciocchè gli atomi sieno immutevoli ed incorrottibili (§ 2057) ove questi sieno sferici, ovvero poliedrici, rimarranno d'eguale forma qualunque sia lo stato del corpo, il quale per esempio non potrà mai offerire molecole rigorosamente sferiche, se gli atomi sieno solidi a faccette piane, qualunque ne sia il numero (3).

7. *Liquidi e solidi.*

2145. Sommergendo sovero, legno, e molti altri corpi nell'acqua, incontanente risalgono alla di lei superficie: gettandovi del ferro, esso ne precipita al fondo. Che se questo ferro si sommerga nel mercurio, esso vi galleggia. Ecco fatti apparentemente contraddicenti l'enunciate leggi di terrestre attrazione, o gravità. Ma il grande filosofo Siciliano, da secoli scoperse il principio che i fatti

---

(1) LEONARDO DA VINCI. Del moto e misura dell'acqua. Libro I. Cap. IV.

(2) SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE DE PARIS. *Séances du* 22. Nov. 1851.

(3) Il PRECUTL di Brünn (LAMETHERIE. Journ. de Phys. Avril 1811) supponeva che le molecole elementari de' liquidi nel passare allo stato solido tendessero a riunirsi sotto forme globulose di cui alcune si schiacciassero o appianassero, onde i globetti si tramutassero in tetraedri, ed anco in cubi ecc. Il WOLLASTON (Transaz. filosof. di Londra 1813) sentenziò le ipotesi del PRECHTL per geometricamente inammissibili, e riprodusse l'opinione dell'HOOKE, cioè che le parti elementari della materia fossero *sferiche* ne'corpi a cristalli più regolari, e negli altri *sferoidali* ecc. V. AVOGADRO. *Fisica* ecc. Tom. I, pag. 807 ecc.

stessi siccome conseguenze di quelle leggi addimostra. Prima d'esporlo, ricorre opportuno chiarire viemmeglio alcuni degli antecedenti propositi.

2146. Il **principio fondamentale**, riassumendo, è questo; *se un fluido sotto una pressione qualunque si conserva in equilibrio, la pressione si distribuisce in tutta la massa fluida a modo che tutte le sue parti sono egualmente premute.* Questo grande principio stabilito dall'EULERO (1) si scorge dalla figura 566, che offro a troppo necessaria confermazione di quanto sin qui s'è rinsegnato. Sia DB la sezione d'un vaso chiuso ma fornito di due tubi *ab* e *cd* chiusi dagli stantuffi A e B. Lo stantuffo A mediante una forza P prema il liquido contenuto; ne avverrà 1° che tutti gli elementi della superficie interna del vaso supposti eguali, sopporteranno normalmente pressioni eguali: 2° se non saranno eguali, queste pressioni saranno proporzionali all'estension loro; 3° se il vaso abbia l'apertura laterale *de*, lo stantuffo B per non essere cacciato verso Q dovrà essere dotato d'una forza per resistere, o potenza Q che sia in rapporto all'apertura *de*, come P lo è all'apertura *a b*. Ora se nuoti nel fluido un corpo M, le varie parti della sua superficie risentiranno una pressione sottoposta alle stesse leggi di quella che risentono le differenti porzioni della superficie interna del vaso. Perciò se il corpo M (fig. 567) sia un vaso vuoto con apertura *de* munita di stantuffo B, per impedire che il fluido vi s'introduca è d'uopo applicare allo stantuffo B, una forza Q che stia all'orificio *de* come la potenza P sta all'orificio *a b*.

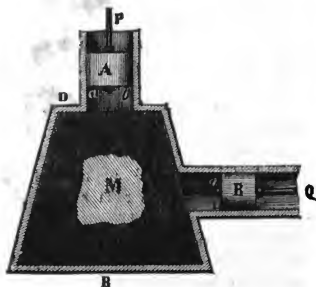
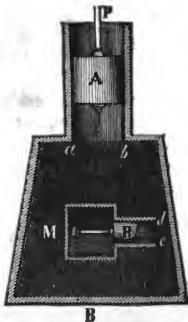



Fig. 566.

Fig. 567.

Questa proprietà è sì speciale ai fluidi, che quando una porzione di materia n'è dotata, si può subito riporre tra i fluidi, e niun corpo, soggiugne l'EULERO, potrà mai dirsi fluido se non la possiede compiutamente. Però tutti i corpi la posseggono più o meno, quanto più o meno accostano la natura dei fluidi.

(1) *Ex hoc foenomeno, colligimus naturam fluidorum aptissime in ea proprietate collocari, quod quaelibet praessio iis applicata per totam eorum massam ita diffundatur, ut omnes eorum partes, eamdem sentiant pressionem, quatenus scilicet fluidum in aequilibrio persistit.* Nouveaux Commentaires de ST. PETERSBOURG. V. 13.

Un solido duro premuto da un lato, non potrà premere il piano o il vaso entro cui sia riposto che in una sola direzione. Invece riempiendo un vaso di sabbia, il suo fondo risentirà una pressione molto maggiore che non le pareti; ma queste pure, attesa l'espansibilità della materia, risentiranno tal pressione che facendovi un foro ne sortirà della sabbia. Riempilo invece di semi-fluido, cioè a dire di materia vischiosa, gelatinosa ad esempio, la pressione alle pareti sarà maggiore di quella esercitata dalla sabbia, e potrà vuotarsi per quel foro anco tutta la parte superiore al foro medesimo. Ma indaghiamo l'accennato principio d'Archimede.

2147. Principio d'Archimede. *Un corpo immerso in un fluido tanto scema di peso, quanto è il peso del fluido spostato.* Sommergendo adunque nel macero un fascio di canape, esso pesa tanto meno quant'è il peso del volume d'acqua ch'esso insieme colle pietre di cui lo gravi per affondarlo, rimuovono.

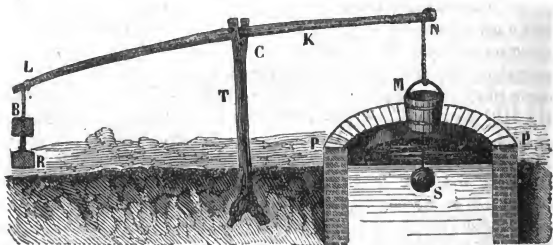
2148. Galleggianti. Ma se quel fascio di canape nol carichi di quelle pietre o nol rattieni con istanghe o altri mezzi, e' non affonda ed è spinto a sopranuotare nell'acqua. Esso è adunque un *galleggiante*, e quando compiuta la macerazione, togliendo quelle pietre o ritegni, il fascio di canape risale, gli è sempre effetto di quella pressione dal basso all'alto o *spinta verticale* dell'acqua pel § **2101** avvertita. Il fascio di canape, sommerso mercè il carico di pietre, a due forze contrarie soggiace: al suo peso, per cui cadrebbe al fondo del macero; alla *spinta verticale* diretta a farlo salire alla superficie del liquido. Ma se pel *principio d'Archimede* il suo peso scema quanto quello del fluido rimosso, se il fascio di canape non dee toccar terra, nè troppo accostarsi alla superficie (come richiede l'arte di cotesta macerazione) la *spinta verticale* sarà eguale al peso di quel fascio di canapa. Or qual è egli cotesto peso? Evidentemente deve essere eguale a quello similmente del fluido da esso rimosso, perchè non può fare equilibrio, ed essere equilibrato dal liquido che lo circonda, che alle stesse condizioni con cui vi rimanea quella massa d'acqua che in suo posto vi stava. Dunque se il fascio di canape dee ristare sommerso senza andare al fondo, il suo total peso, fuori d'acqua, compreso il suo carico, dee eguagliare il peso dell'acqua che nel suo affondamento rimuove. E generalmente sarà da conchiudere inoltre che la *spinta verticale contro un corpo immerso, è eguale al peso del liquido rimosso.*

Un corpo qualunque però non si può assolutamente riguardare giammai per *galleggiante*: esso è immerso parte nel liquido, e parte nell'aria, e qualche volta appoggia solo sul liquido, e tutto rimane immerso nell'aria. Perciò si può considerare siccome sommerso in due fluidi, l'uno de' quali lo sollecita verso l'alto con quella *spinta verticale* che l'altro gli aiuta a combattere colla sua *pressione*. Un naviglio nell'oceano veleggia sulla superficie del mare di acqua, intantochè cammina pel fondo del mare di aria.

2149. Ma quella canape quando affondata, comecchè non tocchi il fondo del macero, non si può poi dir galleggiante: tali ritenendosi i solidi quando si equilibrano alla superficie d'un liquido senza sommergere. Dissi perciò *galleggiante* anco lo stesso fascio di canape solo quando prima di caricarlo resta a galla dell'acqua. Nel III Libro più distesamente verrà discorso della dottrina de'gal-

leggianti perciocchè tra le più utili dell'idrostatica. Da quanto s'è detto comprendesi intanto perchè il corpo dell'uomo immerso nell'acqua riesca tanto meno pesante; perchè nello attignere acqua dal pozzo il secchio scemi di peso fintantochè trovasi immerso; perchè l'acque dei fiumi travolgano massi, tanto men pesanti perchè sommersi.

2150. Bilancia idrostatica. Quel principio d'Archimede si può dimostrare colla esperienza valendosi della bilancia idrostatica, la quale alla fin fine è una bilancia come un'altra, salvo la differenza de'corpi che all'una delle sue coppe si appendono. Chi voglia grossamente sperimentare la verità di quel principio può valersi d'un pozzo o cisterna comune. Ce lo rappresenti la figura 568 dove M indica il solito mastello per attigner l'acqua nel pozzo PP, e cui

Fig. 568.

suol fare equilibrio il peso B applicato all'altra estremità della stanga NL, mobile in C sul tronco T. Una palla di metallo, o una grossa pietra S si attacchi al di sotto del mastello M vuoto e prima di affondarla nell'acqua, con altro peso R unito al peso B si procuri di fare equilibrio, da una parte coi due pesi, dall'altra colla secchia e il grave S. Si abbassi la stanga nell'estremo N tanto che il grave S sommerga: n'avverà subito sconcerto d'equilibrio, e la bilancia preponderera dalla parte L, cioè dove si trovano i pesi. A ristabilire l'equilibrio si versi acqua nel mastello M, e si vedrà che l'equilibrio è ristabilito quando si è riposto nel mastello un volume d'acqua eguale a quello della sfera o pietra sommersa.

Verificare quest'eguaglianza di volumi tra l'acqua versata nel mastello, e il corpo immerso, è agevolissimo. In primo luogo se il mastello fosse esattamente cilindrico, largo ed alto come il diametro di quel corpo S supponendolo una palla appieno sferica, in virtù di quella celebre proporzione dallo stesso Archimede rinvenuta tra il cilindro e la sfera dimostrata colla fig. 379 al § 1639, rileverebbesi che nel mastello M pel voluto equilibrio è da versare acqua sino a due terzi della sua altezza. In diverso caso basta che quel corpo S possa capire entro il recipiente M: notando quant'acqua di meno occorre a riempiere il medesimo allorchè contiene anche quel corpo, si troverà che altrettanta ne impiegasi per conseguire quell'equilibrio accennato. Che se infine il corpo S

fosse un solido che avesse aggiustatamente la forma interna del mastello, ne risulterebbe l'uopo di riempiere del tutto il mastello medesimo, quando si volesse che la stanga non declinasse più da uno stremo che dall'altro.

2151. Invece di quel tronco con quell'asta, adoperate una bilancia e ad una delle sue coppe sostituite un cilindro metallico C fig. 569, vuoto, sotto il quale appendasi un cilindro pieno S pur di metallo di tal volume che l'altro il possa esattissimamente contenere, ed avrete la *bilancia idrostatica*, dalla quale similmente rileverete che per fare equilibrio quando l'inferior cilindro S sia immerso in qualsisia liquido, quel superiore C con egual liquido conviene empiere a somma.

Fig. 569.

2152. Ne' corpi galleggianti si deono considerare come due parti separate dalla superficie di livello; cioè la porzione del volume al di sopra della medesima altresì detta *superficie a fior d'acqua*, e l'altra al di sotto ossia *volume immerso*. Quest' è la parte investita dalle pressioni del liquido, e perciò dalla spinta verticale che n'è la risultante. Dalle precedenti investigazioni inchiudesi sempre la condizione d'equilibrio risiedere nell'eguaglianza tra il peso assoluto del corpo galleggiante e quello del liquido che la sua parte immersa ha spostata. Dieci chilogrammi di sughero formeranno un galleggiante la cui parte immersa sposterà dieci chilogrammi d'acqua, dunque dieci litri in volume di essa. Il naviglio di 100 tonnellate ovvero 100000 chilogrammi, sposterà 100 metri cubici d'acqua: il vascello di 1000 tonnellate ne sposterà 1000. Lo che vale quanto dire il volume immerso, cioè a *di sotto del fior d'acqua*, sarà in quel galleggiante di sughero di un decalitro ossia dieci decimetri cubici, (§ 385) nel naviglio aggiugnerà 100 chilolitri, e mille nel vascello. Levate ad esempio da questo mille soldati, con loro armi e bagagli, pesanti un per l'altro 100 chilogrammi, il vascello s'alleggerisce di 100000 chilogrammi, e rialzerà sulla *superficie a fior d'acqua* primitiva in modo che il volume compreso fra quella e la nuova superficie a fior d'acqua sarà di 100 metri cubici ossiano cento chilolitri.

2153. Applicazioni. Dal che comprendonsi pratiche utili nella rurale am-

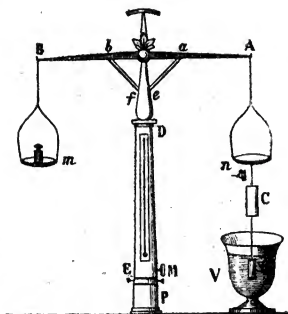



Fig. 570.

ministrazione. Caricando nella barchetta B figura 570, manipoli o covoni di riso

da portare all'aia, basta segnar bene le due linee di *superficie a fior d'acqua* per calcolare qual peso tra paglia e spiche si ha dalla messe totale della risaia. Si carica con noti pesi la barca vuota B onde s'immerga nell'acqua sino ad esempio alla linea SS che con vernice di qualche colore si marca visibilmente, mentre vuota, la sua superficie a fior d'acqua era L L. Ogni volta che caricasi di riso lo si fa in modo che s'immerga sino alla linea CC identica alla S S, come per la stessa barchetta R chiarisce la figura, e rimane noto il peso d'ogni barcata.

Tornando alla canape nel macero, prima di tutto notate il peso dei sassi o pietre con cui se ne caricano i fasci per affondarla. Conoscete la superficie del macero stesso; quindi osservata l'altezza dell'acqua nel medesimo quando è vuoto di canape, e quella a cui sale quando la canape stessa è affondata, vi sarà noto il volume d'acqua (CAP. VI SEZ. IV) corrispondente a quell'aumento d'altezza. Da questo volume il peso d'altrettanta acqua (§ 2150) e di conseguenza il peso tra canape e fasci che avete sommersi : onde deducendo il peso de' sassi, rimane quello de'fasci di canape affondati. Ad esempio il macero è lungo 40 metri, largo 10: la sua superficie è 400 metri. Sommersa la canape il livello dell'acqua siasi alzato 50 centimetri: ciò indica, da $400 \times 0,50 = 200$, un volume d'acqua di 200 metri cubici; il quale, pesando ciascun metro cubico d'acqua 1000 chilogrammi, (§ 414) ne ritraete a 200,000 chilogrammi ascendere il peso totale tra pietre e fasci di canape, mentre il peso di questi ultimi vi rimane sottraendone quello noto delle pietre occorse per affondarli.

Comprende l'agronomo che di questo modo trebbiati alcuni covoni di riso oppure gramolati alcuni fasci di canape, egli ottiene un calcolo prossimativo del suo raccolto di riso, o di canape, calcolo che in assai circostanze può guarentirlo da presunzioni fallaci, per tacere delle frodi da cui dee sempre con assidua sagacità riguardarsi.

8. *Pesi specifici.*

2154. Della **gravità specifica** de'corpi genericamente si parlò nel § 1991 e si avvertì la necessità del debito riguardo alle temperature ed alla pressione (§ 1992). Con quel principio d'ARCHIMEDE (§ 2147) si può determinare il peso specifico di un solido di forma qualunque, giacchè non si tratta che di conoscere esattamente il peso assoluto di esso, relativamente al peso d'un egual volume di acqua. Indaghiamo come ciò s'adempia.

2155. **Il peso specifico de'solidi** si ottiene prima collo appenderlo a quel braccio A della *bilancia idrostatica* (§ 2151, fig. 569), onde co' pesi nell'altra coppa m fatto l'equilibrio, se ne avrà il *peso assoluto* del solido. Dopo ciò, questo immergesi nel vaso d'acqua, e dai pesi posti nel bacino m per ottenere di nuovo l'equilibrio, si rileva la perdita di peso fatta dal corpo nell'acqua medesima, la qual perdita esprime il peso d'un volume eguale a quello del corpo. Chiamiamo P il *peso assoluto*, V il *volume*, ed x la *gravità specifica* del solido proposto: d'altronde sia p il *peso perduto*, ossia, come s'è detto, il peso d'egual volume V di acqua, e la gravità specifica della medesima d. Siccome

questa prendesi per unità di confronto (§ 1992) perciò sarà $d = 1$. Noi avremo (§ 1991)

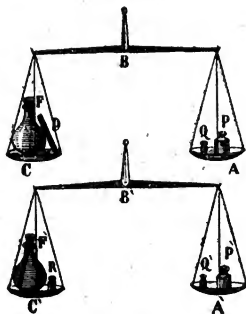
$$x = \frac{P}{V};\ \text{e}\ d = 1 = \frac{p}{V}$$

e siccome dalla seconda equazione (§ 600) risulta $V = p$, la prima diverrà $x = \frac{P}{p}$ cioè a dire, il *peso specifico d'un solido si ottiene dividendo il suo peso assoluto pel peso perduto sommergendolo.*

2156. Esempio. Vuoi conoscere il peso specifico dell'ottone? N' hai un pezzetto pesante grammi 210: sommergendolo nell'acqua rimane di peso 185 grammi. Esso perde adunque 25 grammi: dividendo quel peso assoluto 210 pel peso perduto 25, il quoto è 8, 4 e questo esprime la gravità specifica dell'ottone (§ 2175).

2157. Se il corpo fosse leggero più dell'acqua in modo da non potervisi sommergere, gli si unisce altro corpo di cui sia noto il peso specifico e abbastanza denso per sommergere nell'acqua seco traendosi quello. Determinata la gravità specifica del composto è mestieri dividere *il peso del corpo proposto per la differenza tra il volume totale de' due corpi, e il volume di quello aggiunto.*

2158. L'areometro a boccetta è pure strumento adatto per rilevare la gravità specifica de' solidi, oltre quello che noterò poco stante. Mancandone, può supplirsi con una o più fiale smerigliate di vetro, o bottiglie a ventre e collo capace per questo effetto come il descrivo. Riempiuta esattamente la fiala d'acqua pura, e chiusa col suo turacciolo, si colloca sul piatto della bilancia e si pesa: di poi, vi si ripone vicino il corpo di cui indagasi il peso specifico, ponendo sull'altro piatto o bacino, il peso necessario per ristabilire l'equilibrio. Naturalmente il peso aggiunto a quel primo indica il *peso assoluto* del corpo. Tolgasi questo dal suo posto ed introducasi nella fiala piena d'acqua, e col turacciolo smerigliato si chiuda essa esattamente, ma curando che non rimanga nell'interno alcuna bolla d'aria. Asciugata esteriormente la fiala si ricollochi sullo stesso bacino, e per ristabilire l'equilibrio si ponga presso la fiala stessa il peso necessario. Evidentemente questo peso aggiunto dalla parte della fiala, indicherà quello dell'acqua che in causa del corpo introdottovi ha dovuto uscire dal recipiente: cioè a dire, noterà il peso del volume d'acqua eguale a quello del corpo. Dividendo il peso assoluto del medesimo per quello dell'acqua sortita si avrà il peso specifico che s'indagava. Renderò più chiaro questo artificio colla figura 571.

Fig. 571.

Sulla coppa C della bilancia B ripongo la fiala F piena e turata, e nell'altra coppa A il suo peso corrispondente P. Aggiungo in C il pezzo di carbone D, che

ad esempio voglio esaminare, e naturalmente per l'equilibrio aggiungo dall'altra parte un peso Q, il quale sarà quello del pezzetto di carbone. Indi ripongo il carbone dentro la fiala, come scorgesi in F′, e siccome nell'introdurvelo è dovuto sortirne egual volume d'acqua, applicato di nuovo il turacciolo (altrimenti il carbone emergerebbe dal collo del vaso), la bilancia traboccherà dal lato della coppa A′; perciò ristabilisco l'equilibrio aggiugnendo accanto alla fiala il peso R. È facile conoscere che il peso Q è quello del carbone fuori dell'acqua, e il peso R quello del medesimo in essa sommerso.

2159. **Avvertenze.** Quando quel carbone od altro corpo consimile s'inzuppi d'acqua, allora evidentemente nasce differenza nel suo peso specifico, ma coteste differenze si calcolano rilevando quella del peso del corpo quando asciutto, da quello quando bagnato. Se non che operando con qualche prontezza, non si ha tanto liquido assorbito, cui dovrebbe aversi riflesso rispetto al volume di acqua spostato dal solido; mentre operando a troppo bell'agio, questo mano a mano s'imbeve di maggior quantità di liquido che non dovrebbesi calcolare come sottratta che dall'acqua stessa, dopo che il vaso erasi chiuso. Tuttavolta torna meglio lasciare che il corpo s'imbeva a saturazione d'acqua, ed il calcolo riesce più spedito. Ad esempio s'immerga un corpo pesante **1800** grammi e giunga ad imbeversi di tant'acqua da divenire del peso di **1860** grammi. Suppongasi il peso perduto nell'immergerlo nella fiala eguale a **140** grammi. Se il corpo non si fosse imbevuto d'acqua il suo peso specifico s'avrebbe dividendo **1800** per **140**: invece dovremo dividerlo per **140+60**, ossia per **200**, ch'esprimerà il peso dell'acqua rimossa.

2160. Il **problema della corona** sciolto da ARCHIMEDE merita d'essere noto. Volea Re ERONE conoscere quant'era l'oro e quanto l'argento di cui si componea, ma senza guastarla. Era P il peso totale della corona e D la sua gravità specifica: O il peso specifico dell'oro, ed A quello dell'argento. Cercandosi il peso x assoluto di oro, quello dell'argento rimaneva $P-x$. Il totale peso specifico della corona dovea essere eguale a quello specifico dell'oro che vi entrava, sommato col peso pure specifico dell'argento unitovi, supponendo non avvenuta variazione di volumi nel comporre quella lega. Ora considerando i relativi pesi specifici, avremo (§ 2155)

$$\frac{P}{D} \text{ per la corona totale; } \frac{x}{O} \text{ per l'oro; e } \frac{P-x}{A} \text{ per l'argento;}$$

$$\text{Quindi } \frac{P}{D} = \frac{x}{O} + \frac{P-x}{A}; \text{ onde } x = O\left(\frac{P}{D} - \frac{P-x}{A}\right);$$

$$\text{ossia } x = \frac{O\,P}{D} - \frac{O\,(P-x)}{A} : \text{ infine } x = \frac{PO\,(D-A)}{D\,(O-A)}.$$

Suppongasi la gravità specifica della *corona*, cioè $D=15,109$ essendo il peso specifico dell'oro, cioè $O=19,255$, e quello dell'argento, ossia $A=10,475$: se la corona pesava $P=$chil. 5,18, troveremo

$$x = \frac{5,18 \times 19,255\ (15,109-10,475)}{15,109\ (19,255-10,475)} = \frac{5,18 \times 19,255 \times 4,634}{15,109 \times 8,778}$$

$$\text{d'onde } = \frac{283{,}7145183}{132{,}6268020} \text{ onde } x=2{,}1591 ,$$

e quindi il peso dell'argento $3{,}18-2{,}1591=1{,}0409$, lo che dimostra che l'artefice avea introdotto nella corona all'incirca un terzo d'argento.

2161. Materie solubili. Ma per conoscere ad esempio il peso dell'argilla, e d'altre materie che nell'acqua si sciolgono, come adopreremo noi in ispecie se di qualche minuta analisi di terreno, o d'ingrassi dobbiamo occuparci?

Sarà mestieri cercare un liquido, per esempio *alcool* (spirito di vino), olio, o simili, nel quale il corpo solido non si sciolga. Determinasi il peso specifico del trovato liquido di confronto all'acqua, poi s'indaga qual peso specifico abbia il solido in questo liquido che nol discioglie: *si moltiplicano tra loro i numeri esprimenti le due gravità specifiche, ed il prodotto esprime il ricercato peso specifico del solido.* Infatti suppongasi $d=1{,}05$ il peso del liquido O in cui non sciogliesi il dato solido S, mentre 1 è il peso dell'acqua. Quel solido S abbia il peso assoluto di $P=10$, e nel liquido O perda un peso $p=2$. Ora tanto il peso specifico x che si cerca, quanto quello supposto 1,05 del liquido O, sono espressi dai pesi assoluti sotto gli stessi volumi: cioè a dire essendo P il peso assoluto del solido S, e p quello assoluto d'egual volume del liquido O, avremo

$$x : d :: P : p, \text{ ossia } x : 1{,}05 :: 10 : 2,$$

$$\text{da cui } x=\frac{d\,P}{p} \quad \text{ossia } x=\frac{1{,}05\times 10}{2}=\frac{10{,}5}{2}=5{,}25.$$

Ma che altro era quel peso P diviso pel peso p se non quella gravità specifica del solido S rispetto al liquido O? dunque sostituendovi il suo valore, supponghiamo g, avremo

$$x=\frac{d\,P}{p}=dg \quad \text{ossia } x=d\,\frac{10}{2}=1{,}05\times 5=5{,}25$$

come si era già rinvenuto.

2162. Il **peso specifico de' liquidi** facilmente si trova, soccorrendovi l'uso del *principio* d'ARCHIMEDE. Dappoichè l'acqua serve per solidi e liquidi (1) come unità di confronto (§ 1992), prendesi un solido (che non s'imbeva di liquido), ad esempio, una palla d'ottone, ed immersa nell'acqua rilevasi quanto perda di peso: poi questo si replica pel liquido, il cui peso specifico vuolsi indagare. Nell'acqua quella perdita sia grammi 42,8; nell'altro liquido, suppongasi olio, risulti la stessa perdita grammi 39,4. Dividesi la prima per la seconda, cioè 42,8 per 39,4 ed il quoziente 0,921 esprime la gravità specifica di quell'olio. Dunque un litro d'acqua essendo 1000 grammi, egual misura d'olio è 79 grammi di meno, e il suo peso specifico è 0,921.

---

(1) Il TARTAGLIA nella sua tavola de'pesi specifici di molti corpi prese l'acqua per unità. Ma oltrecchè non servivasi d'acqua distillata, facendo le sue sperienze in Venezia, e pel fine di applicarle al ricupero di bastimenti sommersi, probabilmente a stima del LIBRI, impiegò acqua di mare, onde i pesi da lui dati riescono alquanto minori. V. *Ragionamento di* Niccolò TARTAGLIA *sopra la travagliata inventione*. VENEZIA 1551. Lib. II.

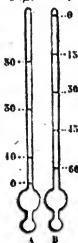
2163. L'areometro (1) e il **pesa-liquori** sono gli strumenti che il commercio, all'uopo de'sociali negozi adopera per determinare le gravità specifiche de'liquidi: hannovene a *volume variabile* ed a *peso variabile*.

2164. Gli **areometri a volume variabile** discendono dal teorema che le *gravità specifiche di due differenti liquidi stanno nella ragione inversa de'volumi immersi d'uno stesso galleggiante*. Un tubo *ab* di vetro (fig. 572) si allarga in *b* in forma di sfera allungata, e termina con un globetto *c*, nel quale si pone mercurio, o pallini di piombo affinchè il tubo più o meno immerso si tenga verticale, al che influisce pure quel rigonfiamento anzidetto. Mediante o piccola lista di carta insinuata nel tubo nella quale sieno segnate le varie divisioni, o piccoli segni sullo stesso vetro, si ha la scala delle diverse gravità specifiche. Lo *zero* è nel punto sin dove s'immerge l'*areometro* quando galleggia nell'acqua distillata sotto data temperatura (d'ordinario di 10 gradi centesimali). Dallo *zero* i numeri crescono, sia sopra che sotto al medesimo, di una unità per ogni divisione, corrispondente ciascuna ad un decimo della gravità specifica. Quanto più il liquido è leggero (cioè meno denso dell'acqua distillata) tanto più l'*areometro* si profonda in esso, perciò s'immerge sino ad alcuna delle divisioni superiori allo *zero*: quindi questi numeri sono frazioni decimali da scrivere dopo lo zero. Invece, ne'liquidi più densi dell'acqua, l'*areometro* s'immerge meno, in guisa che lo *zero* rimane esterno, cioè superiore al loro livello, e tutte le divisioni o numeri che le segnano, dinotano frazioni decimali da scrivere in aggiunta all'unità che è il *peso specifico* dell'acqua.

Fig. 572.

Il BELLANI ridusse questa forma più semplice, cioè ad un cilindro, zavorrato nel fondo, quale scorgesi in A unitamente al suo *tubo d'assaggio*, così detto, B C, in cui riponesi il liquido la cui densità vogliasi esplorare ed abbiasene in poca quantità.

2165. L'areometro del Baumé è di due sorta: l'una pe' liquidi più leggeri dell'acqua. Il grado segnato 10 (Vedi A figura 573) è il punto sino al quale s'immerge nell'acqua pura (a temperatura di gr. 14) il grado 0 trovasi immergendolo in una soluzione di una parte di sal comune, in nove parti dell'acqua medesima. L'intervallo è naturalmente diviso in 10 parti eguali, e la scala cresce dal basso all'alto. Quanto è maggiore la cifra tanto è più leggero il liquido; laonde nell'*alcool* si ha il 35 e il 40 della scala, nell'*etere solforico* il 70 ecc. L'altra foggia pe' liquidi più pesanti dell'acqua (V. B fig. 573) segna col grado 0 il livello sino al qual si immerge nell'acqua pura: il grado 15 quello allorchè s'im-

Fig. 573.

(1) Questo strumento vuolsi noto anche ad ARCHIMEDE. Trovasi descritto nel Poema *De Ponderibus et Mensuris*, di RENNIO FANNIO, o più probabilmente di PRISCIANO. V. *Poetae latini minores* del WERNSDORF.

merge in soluzione di 15 parti di sal comune in 85 d'acqua, quest'intervallo si divide conseguentemente in 15 parti che ripetonsi al di sotto sino alla 75ª. Quanto più elevata la cifra, tanto più denso il liquido esplorato, e l'*acido nitrico* vi segna il 45, l'*acido solforico* il 66 ecc.

È facile ravvisare in queste due foggie, le due parti superiore, ed inferiore allo zero dell'*areometro* precedente. L'areometro del CARTIER differisce da quello del BAUMÉ per diversa scala o graduazione, e perchè si limita ai soli liquidi più leggeri dell'acqua: quello del BECK ha pure diversa graduazione. Strumenti tutti spesso adoperati ne' volgari usi della vita; ma in forza dell'arbitraria divisione, ossia scala di gradi che li distinguono, senza i due seguenti prospetti cui raffrontarli, non varrebber quasi nonnulla.

PROSPETTI.

2166. I. Pe' liquidi specificamente più gravi dell'acqua (1).

Gradi dell'Areometro	DENSITA' secondo BAUMÉ	BECK
0	1,000	1,0000
5	1,030	1,0308
10	1,075	1,0625
15	1,116	1,0968
20	1,162	1,1333
25	1,210	1,1724
30	1,261	1,2143
35	1,321	1,2593
40	1,384	1,3077
45	1,454	1,3600
50	1,532	1,4167
55	1,618	1,4783
60	1,718	1,5454
65	1,827	1,6190
70	1,947	1,7000

2167. II. Pe' liquidi specificamente più leggeri dell'acqua.

Gradi dell'Areometro	DENSITA' secondo BAUMÉ	BECK	CARTIER
0	—	1,0000	—
5	—	0,9714	—
10	1,000	0,9444	—
15	0,966	0,9189	0,970
20	0,933	0,8947	0,934

(1) BARALDI, la Fisica e la Meccanica applicata all'industria. MILANO 1850, pag. 303 ecc.

25	0,903	0,8717	0,901
30	0,875	0,8500	0,871
35	0,849	0,8292	0,842
40	0,824	0,8095	0,815
45	0,800	0,7907	—
50	0,778	0,7727	—
55	0,756	0,7556	—
60	0,735	0,7391	—

2168. Avvertenze. Un *areometro* in dato liquido segni 40 gradi ; se sia quello del BEAUMÉ n'indica la gravità specifica di 1,584; se quello del BECK l'indica di 1,507, e ciò pe' liquidi più gravi dell'acqua. Pe' più leggeri il grado 40 del BEAUMÉ indicherà un peso specifico di 0,824, lo stesso grado del BECK 0,829, e se del CARTIER 0,815. Senza l'aiuto dei precedenti prospetti (i cui numeri intermedii nella serie è facile dedurre) con cotesti strumenti diversi, la cui scala è poi fatta a mero capriccio, appena si potrebbe solo rilevare che tutti i liquidi ne' quali l'uno di essi si affonda fino allo stesso grado, hanno la medesima densità. Oh i fisici dovrebbero concordare nello stabilire un areometro metrico, e per tutti gli uomini e luoghi normale. Qualunque sia lo strumento, nell'adoperarlo non immergasi troppo affinchè la parte emergente nell'atto di porsi in equilibrio essendo bagnata non aumenti il peso dell'*areometro.* Il grado d'immersione s'agguardi dirigendo l'occhio radente il pelo del liquido, e posciachè lo strumento sia reso affatto stazionario. Soverchio lo aggiugnere che l'*areometro* dee sempre tenersi pulitissimo, altrimenti coll'aderirvi corpi estranei, se ne altera il peso ed il volume.

2169. Gli **areometri a volume invariabile** si fondano sull'altro principio che le *gravità specifiche de' liquidi, in cui due galleggianti immergano eguale porzione del loro volume, stanno in ragione diretta dei pesi degli stessi galleggianti.* Il tubo a elissoide allungato A (fig. 574) termina nel globetto C, zavorrato onde lo strumento si regga sempre verticale. Nel bacinetto R in cui termina superiormente, mettonsi tanti pesi quanti valgano ad immergere nel dato liquido l'*areometro* sino al segno *d* punto fisso di *conguaglio* cui dicono (1) *punto d'affioramento.* Ad esempio nell'olio, ch'è più leggiero dell'acqua, l'*areometro* profonderà maggiormente, perciò converrà porre nel bacinetto R un peso minore; e così via dicendo, dal diverso peso posto in R si deduce la gravità specifica del liquido esplorato. È questo l'*areometro* del FAHRENHEIT.

Fig. 574.

Chiamisi P il peso dello strumento, ed R la somma de' pesi posti nel bacinetto per *affiorare* lo strumento nell'acqua pura, mentre Q sia il peso quando s'*affiora* nel dato liquido. Essendo 1 la densità dell'acqua, e chiamando x quella ricercata, per l'esposto

(1) Ordinariamente in questo punto *fisso* è saldato un piccolo anello, o bottonciuo ; anzichè d'*affioramento,* e' mi par meglio detto punto di *pareggio* o *conguaglio.*

principio sarà

$$P + R : P + Q :: 1 : x,$$

$$\text{dunque } x = \frac{P+Q}{P+R}.$$

Se ad esempio s'immerga l'areometro nell'acqua pura, e perchè affondi sino al segno *d* occorra un peso di chil. **0,350**, poi immergendolo nell'olio basti il peso di **0,277**, nel supposito che lo strumento pesi chil. **0,500**, avremo

$$x = \frac{P+Q}{P+R} = \frac{0,500+0,277}{0,500+0,350} = \frac{0,777}{0,850} = 0,914,$$ peso specifico dell'olio d'olivo.

2170. L'areometro-bilancia è una modificazione recata dal Nicholson al precedente e serve anco alla determinazione del peso specifico de' solidi. Come appare dalla fig. **575**, consiste in un cilindro A (di lamina d'ottone o di latta, verniciato) foggiato a cono nell' estremità e inferiore fornita di piccolo gancio cui sospendesi il secchiolino B colla zavorra. Dall'altro stremo l'asticella *bc* porta il bacinello *b* di metallo, e notato in *d* il *punto d' affioramento*, o di conguaglio.

Fig. 575.

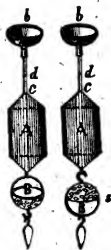
2171. Pe' liquidi si opera come coll'altro *areometro*: pe' solidi ecco come si adopera.

Immergesi lo strumento nell'acqua distillata, e trovasi il peso P necessario nel bacinello per l'*affioramento* o conguaglio.

Levasi quel peso P e vi si colloca il solido S da sperimentare di peso x, aggiugnendo il peso Q necessario per conservare l'areometro al *punto* di conguaglio, cioè a dire sarà $P = x + Q$, onde $x = P - Q$ sarà il peso assoluto del corpo.

Tolto il solido S dal bacinello, si riponga nel secchiolino inferiore B: perdendo esso per tal modo del suo peso (§ **2147**), affinchè lo strumento *affiori* di nuovo sarà indispensabile, in luogo del peso Q, rimettere nel bacinello superiore altro maggior peso R. Dunque il peso perduto nell'acqua da S verrà indicato da $R - Q$. Ma la gravità specifica d'un corpo si esprime (§ **2156**), dividendo il suo peso assoluto pel peso perduto nell'immersione, quindi quella del corpo S sarà

$$\frac{P-Q}{R-Q}.$$

2172. Esempii. Vuoi conoscere se un pezzetto d'argento abbia il peso specifico proprio dell'argento stesso, circa **10,429**. Posto l'*areometro* nell'acqua distillata, perchè il punto *d* riesca a livello della medesima, o come ho detto per *affiorar* lo strumento, poni tanti pesi nel bacinello superiore *b*, la cui somma sia ad esempio $P = 437$ centigrammi. Togli questo peso P, vi poni il pezzetto d'argento, e perchè l'*areometro* sommerga di nuovo fino al punto *d* occorrono

72 centigrammi: dunque Q=72. Levato l'argento dal bacinello, il riponi nel secchiolino inferiore B: nel qual caso quel peso Q non basta più a tenere immerso lo strumento fino al punto di conguagliamento *d*, perchè l'argento sommergendo perde tanto peso quant'è quello del volume d'acqua eguale al suo (§ 2147). Dunque invece del peso Q, n'aggiugni altro, ad esempio 107 centigrammi: onde R=107. Sostituendo questi valori nella data espressione d' x, si ha

$$x=\frac{P-Q}{R-Q}=\frac{437-72}{107-72}=\frac{365}{35}=10{,}429.$$

2173. Invece dell'argento vogliasi conoscere il peso specifico, ad esempio del faggio. Tolto come nel caso precedente il peso P, vi si colloca un pezzetto di faggio, e perchè l'*areometro affiori* è d'uopo s'aggiungano 272 centigrammi al pezzo di legno; onde Q=242. Poscia levasi il pezzetto di faggio; ma se lo si ponesse nel secchiolino B, sorgerebbe a galla: perciò questo rovesciasi come appare in S dalla medesima figura 575, e il solido urtando contro il secchietto capovolto sospingerà in alto tutto lo strumento. Occorrerà quindi un peso R assai maggiore che nel primo caso, da collocare nel bacinello *b*, affinchè tenga immerso fino al punto *d* l'*areometro*. Sia questo peso R=471, avrò

$$x=\frac{P-Q}{R-Q}=\frac{437-242}{471-242}=\frac{195}{229}=0{,}851,\text{ peso specifico del faggio.}$$

2174. Tavole di pesi specifici. Non hannosi in campagna alla mano, molte volte, strumenti esatti. Giovi perciò all'agronomo per conoscere il peso specifico de' diversi corpi più frequenti nell'ordinarie emergenze della vita, il trovarnè alcuni di essi nel Prospetto seguente. Ma si rinvengono assai differenze nelle *Tavole* recate in diversi libri, e d'altronde mancano spesso delle indicazioni più essenziali. Ad esempio l'*oro* se *battuto* è d'un peso, se *fuso* d'un altro, oltrecchè convien saper di quanti carati si consideri: la *quercia* secca può essere 0,715 e *verde* 1,170, ed altro è il peso della rovere, del cerro ecc. Quando però si trovi notato ad esempio 19,561 il peso specifico dell'oro, e 0,915 quello dell'olio d'olivo, non si rileva solo che il peso dell'acqua distillata sta a quello dell'oro : : 1 : 19,561 e così a quello dell'olio : : 1 : 0,915, ma se ne deduce eziandio il peso assoluto de' detti corpi per un dato volume, perchè significa essere il peso di un decimetro cubo d'oro 19 chilogrammi, e 561 grammi, e quello di un decimetro cubo o litro d'olio d'olivo 915 grammi.

Quindi se io voglia sapere quanto pesi un metro cubico di faggio, rilevando che il faggio secco pesa 0,570, moltiplicando questo numero per 1000, perciocchè il metro cubico è 1000 decimetri cubici (§ 379), troverò il peso dello stero o metro cubico di faggio ascendere a chilogr. 570, e così dicasi d'altri casi analoghi siccome ho pei §§ 1607, 1608, 1751-53, 1991-92, a bastante chiarito.

2175. PROSPETTI (1).

DEL PESO SPECIFICO DELLE SOSTANZE MATERIALI PIÙ COMUNI, RELATIVAMENTE ALLA GRAVITA' SPECIFICA DELL'ACQUA CONSIDERATA PER UNITA'.

I. Metalli.

Platino *battuto*	20,336	Rame *fuso*	8,788
Oro *battuto*	19,361	Pakfong	8,556
» *fuso*	19,260	Ottone in *fili*	8,544
Mercurio	13,600	» *fuso*	8,400
Piombo	11,352	Acciaio	7,820
Argento *battuto*	10,510	Ferro in *ispranghe*	7,790
» *fuso*	10,429	Stagno	7,291
» in *moneta*	10,400	Ghisa	7,207
Rame in *fili*	8,878	Zinco *fuso*	6,861

II. Minerali non metallici.

Vetro *bianco*	2,892	Solfo	1,991
Alabastro	2,730	Pietra *arenaria*	1,935
Pietra *calcare*	2,720	Sabbia *pura*	1,900
Marmo	2,717	Sabbia *terrosa*	1,700
Vetro da *finestre*	2,642	Marna	1,570
Granito	2,613	Mattoni *men cotti*	1,500
Pietra *molare*	2,483	Terra *vegetale*	1,400
Porfido	2,452	Calce *spenta*	1,400
Gesso	2,264	Pozzolana	1,157
Argilla	2,200	Ghiaccio	0,950
Porcellana	2,146	Pomice	0,928
Sale *comune*	2,143	Tufo	0,914
Tegole	2,000	Calce *viva*	0,800
Mattoni	2,000	Pomice più *porosa*	0,550

III. Sostanze solide vegetali.

Carbon *fossile*	1,290 a 1,636	Carbone di *legna*	1,570
» *magro*	1,186—1,512	Torba *secca*	0,514
» *grasso*	1,165—1,465	» *umida*	0,785
Coke	0,420—0,515	Sughero	0,240

(1) Lungi dall'essere esatto ed esteso a bastante, voglionsi tenere questi prospetti per un semplice saggio: negli opportuni luoghi saranno indicati i pesi specifici de' corpi che ora si ommettono.

Resine	1,040	Vite	1,314
» *dette*	1,200	Pino	0,814
Zucchero (1)	1,606	Olmo	0,800
Faggio *secco*	0,570	Ulivo	0,914
» *verde*	0,851	Pomo	0,793
Abete	0,550	Pero	0,661
Pioppo	0,383	Olmo *secco*	0,671
Quercia *verde*	1,170	Noce	0,671
» *secca*	0,715	ecc. ecc. (2)	

IV. Sostanze solide animali.

Grasso di *bue*	0,923	Lardo	0,948
» di *montone*	0,923	Cera *gialla*	0,965
» di *vitello*	0,934	» *bianca*	0,969
» di *maiale*	0,937	Miele	1,450
Sego	0,942	Avorio	1,817
Burro	0,942	ecc. ecc.	

V. Sostanze liquide.

Acqua *distillata*	1,000	Etere *solforico*	0,715
» *marina*	1,028	Acido *solforico*	1,841
Vino di *Bordeaux*	0,994	» *nitrico*	1,271
» *Reno*	0,990	Ammoniaca	0,896
» *Tokaÿ*	1,054	Latte di *donna*	1,020
» *comune*	0,992	» di *capra*	1,034
Birra	1,023	» di *pecora*	1,040
Alcool	0,792	» di *vacca*	1,032
Olio d'olive	0,915	» di *asina*	1.035
» di *noce*	0,922	Essenza di *trementina*	0,869
» di *lino*	0,940	ecc. ecc.	

2176. I pesa-liquidi, tubi di vetro analoghi a quelli della fig. 572, non designano la *gravità specifica* de' liquidi, ma il loro grado di concentrazione. Hannovi anco:

PESA-ACIDI per gli acidi, come quello del BAUMÉ per liquidi più pesanti dell'acqua (§ 2165) e s'aiutano del prospetto I, § 2166.

PESA-SPIRITI pe' liquori spiritosi, come quello del BAUMÉ pe' liquidi più leggeri dell'acqua (§ 2165) e si calcolano col prospetto II, § 2167.

---

(1) La produzione dello *zucchero*, dopo le sperienze ed analisi del BERNARD, apparterrebbe tanto al regno animale che al vegetale: opinione partecipata dagli autori del *Rapport* sui premi di fisiologia sperimentale dell'anno 1851. V. *Compt. Rend. de l'*ACAD. DES SCIENCES. Tom. XXXIV, pag. 418 (22 *Mars* 1852).

(2) Non aggiungo indicazioni d'altri legni ecc. perchè s'avranno più per opportune nel V LIBRO ove saranno anche meglio specializzati.

PESA-SALI per le soluzioni saline, come i *pesa acidi* e l'altra foggia del BAUMÈ (§ 2165).

IDROMETRI per l'acqua, quale usava il COCCHI per l'acque de' bagni di PISA (1).

ENOMETRI pel vino, ed ENOALCOOMETRI per conoscere la quantità di alcool nel medesimo.

GALATTOMETRI pel latte, da γαλα latte e μετρον misura.

BIRROMETRI per la birra.

ALCOOMETRI per l'alcool, o areometro legale del GAY-LUSSAC per l'acquavite ecc.

OLEOMETRI per l'olio.

GLEUCOMETRI pel mosto da γλεῦχος mosto, e μετρον misura, che il MASSON-FOUR vorrebbe si chiamasse *mostimetro*.

Tutti strumenti, varii negli effetti perchè con diverse *graduazioni* ne' differenti paesi, e de' quali dirò ne' luoghi opportuni, proponendo eziandio il modo di valersi de' globi areometrici assai facili a farsi, ed a servirsene nella esplorazione del latte, de' vini, dei liquori, ed altri liquidi più frequenti negli usi agronomici.

[2] Dinamica de' liquidi, o idrodinamica.

2177. L'agronomo che disconosce le leggi del movimento de' liquidi, è meglio volga il pensiero ad altre industrie. Oltrecchè l'uso immenso dell'acqua nelle irrigazioni, nelle colmate, è per molti terreni di sommo interesse, la difesa dalle stemperanze dell'acque correnti è di pari momento per altri, e nel deflusso o libero scolo delle pioventi o delle interne del suolo, sta un fondamentale elemento di coltivazione, la quale non può passarsene in alcun luogo. A questa scienza del moto de' liquidi, scienza sì veramente italiana (2), par quasi che la Natura abbia invitato l'agricoltore. Imperciocchè la Provvidenza, acciò il ripeta col MENGOTTI, sempre temprando i mali coi beni, sembra che abbia posto la maggior vegetazione presso ai fiumi più grandi e più formidabili, affinchè la paura de' pericoli e dei danni che produrrebbe emigrazione e solitudine, sia dall'aspetto della copia e dell'immensa generosità del terreno, ritenuta.

---

(1) Questo vocabolo è pur confuso da taluni col PLUVIOMETRO: generalmente è sostituito dal termine AREOMETRO, riserbando quello d'IDROMETRO agli strumenti destinati alla misura dell'altezza dell'acqua, anzichè della sua densità.

(2) La scienza del moto de' fluidi può dirsi nata in Italia. Il dimostrarono il FONTENELLE nell'*Hist. de l'Acad. des Sciences*. AN. 1710; il MONTUCLAS nella *Hist. des Mathématiques*. TOM. 2; e il POLENI nel Cap. 29 del Lib. 1 del *Moto misto dell'acque*, e il FRISIO nella Prefazione all'Opera *De' Fiumi e Torrenti* ecc. Il voleano le sue particolari condizioni, come l'argomentava il MENGOTTI nel Capo 1° del suo *Saggio sull'acque correnti*. Dovea poi giganteggiare anche in causa del suo stesso miserevole frastagliamento per gli urti e conflitti de' piccoli Stati e signorie dominanti sulle medesime, o sulle opposite sponde d'uno stesso fiume onde occorrevano, e sursero que' grandi ingegni del TORRICELLI, del VIVIANI, del CASTELLI, del GUGLIELMINI, del MANFREDI, del GRANDI, dello ZENDRINI, del FANTONI, del MICHELOTTI, del LORGNA ecc., senza parlare de' più moderni.

2178. È sì dubitevole l'idea d'alcuni fisici dell'assoluta indipendenza tra loro delle molecole fluide, che basta rimuoverne alcune in una massa liquida perchè risultino in tutte l'altre movimenti di tante guise, da produrre fenomeni svariatissimi. Le cui leggi fondamentali sono però note, e costituiscono appunto l'*idrodinamica*, le cui più speciali nozioni verrò sponendo nel III LIBRO, limitandomi ora a quelle che ne stabiliscono, o preparano il comprendimento.

I. Foronomia.

2179. I movimenti de' liquidi accadono di mille guise: nè potendoli a capello apprezzare nelle grandi masse, quali ne' torrenti e ne' fiumi, avvisarono i fisici di studiarli a bell'agio ne' loro gabinetti con vasi di varie figure da cui l'acqua uscisse mediante luci ossia fori scolpiti nel fondo o nelle pareti de' medesimi. Se vuoi verificare quanto verrò di volo spigolando per questo studio della FORONOMIA (1) puoi come il CEVA in vaso pellucido di cristallo ripieno d'acqua e bucato verso il fondo lasciar cadere inchiostro a goccia a goccia (2) ovvero come il POLENI infondervi, la mercè di un ampolla, un filetto di vino rosso (3) oppure gettarvi entro particelle di cera lacca o briccioli di carta (4). Finchè terrai chiuso con un dito il pertugio, cotesti liquidi e corpicciuoli scenderanno dirittamente verso il fondo: ma ritirando il dito si affoltano verso il pertugio. Se invece solo nel mentre l'acqua sorte dal foro inserisci in un lato della vena fluida un po' di liquore nero, o purpureo, vedrai il colore seguire la medesima strada da quello stesso lato, piegandosi a norma de' ristrignimenti e divergenze di cui ora sto per dire, dopo alcune applicazioni delle leggi della gravità, quali evidenti risultano nel movimento de' liquidi.

2180. Efflussi. Fatto un foro in un vaso contenente liquido, sia poi qualunque la forma del vaso, e di qualsivoglia specie il liquido, ne insegnò il TORRICELLI che:

Le molecole liquide sortono dall'orificio, con velocità eguale a quella che acquisterebbero quando cadessero liberamente dall' altezza del livello sopra il centro dell'orificio medesimo. Infatti la molecola liquida è un grave essa pure, e quando sta per sortire dal foro soffre la pressione eguale appunto a quell'altezza della colonnetta liquida sovraincumbente (§ 2113-14). Più il liquido è denso, naturalmente la colonnetta stessa esercita una pressione maggiore (5). Dalla III^a legge poi di gravità (§ 1988) discende la necessaria conseguenza dell'esposto teorema Torricelliano, cioè:

---

(1) La FORONOMIA è qui da comprendere nello stretto senso di scienza dell'acqua affluente da' fori o pertugi, perchè come suona il vocabolo, da φορα *moto*, e νομος *legge*, in ispecie l'HERMANN vi attribuì molto più esteso significato. Come apparirà dal III LIBRO, la FORONOMIA, di cui ora dò qualche cenno, è di fondamentale importanza per gli agronomi. I più celebri ingegni, col sussidio anco dell'Algebra e della Geometria, resero questo studio riputatissimo: tra' quali quasi tutti gl' Italiani nominati nella nota al § 2177, ed inoltre il NEWTON, l'HERMANN, i due BERNOULLI, il MARIOTTE, il PITOT, il BOSSUT, il D'ALEMBERT ecc.

(2) GIO. CEVA. *De vasis.*

(3) POLENI. *De Castel.* § 73.

(4) DAN. BERNOULLI. *Hydrod.* Sect. 4, e MARIOTTE. *Mouvements des Eaux.*

(5) La legge però del TORRICELLI rigorosamente si verifica solo nel caso in cui l'area dell'orificio non sia maggiore della 20^a parte della sezione del vaso, MAJOCCHI loc. cit. Tom. I, pag. 419.

Le velocità degli efflussi stanno tra loro come le radici quadrate delle profondità degli orifizj al di sotto del livello.

Non ismentichi l'agronomo cotesta legge rilevantissima. Supponga d'avere nel canale C (fig. 576) una chiavica M di luce eguale a quella N del suo vicino, ma la M sia col suo centro 16 centimetri sotto il livello dell'acqua C C, e la N invece 64. La velocità con cui sorte l'acqua dalla chiavica M, non è minore quattro volte di quella dell'acqua uscente dalla N, vale a dire quanto 16 è minore di 64; lo è però come $\sqrt{16}$ è minore di $\sqrt{64}$; cioè quanto 4 è minore di 8. Così se la N fosse posta 100 centimetri sotto il livello C C, l'acqua nel sortire da quel foro avrebbe velocità che starebbe a quella di M, non come 100 : 16, ma : : $\sqrt{100}$: $\sqrt{16}$, cioè : : 10 : 4. D'onde può rilevare quanta differenza in una derivazione fatta mediante egual luce, possa indurre un solo mezzo metro di maggiore o minor profondezza.

Fig. 576.

2181. Ponendo mente all'uscir dell'acqua da un vaso pertugiato nel fondo, scorgesi alla di lei superficie una cavità che s'acconcia alla forma d'imbuto. Le particelle d'acqua laterali a cotesto imbuto non vi sdrucciolano entro, ma vi discendono a chiocciola, onde componesi un infondibolo in cui ravvisasi un roteare vorticoso de' corpicciuoli leggeri che vi si gettino per entro (§ 1179). Da questo piccolo sperimento forse la ragione di certi vortici fatali che veggonsi nel *Danubio* presso GREIN, e nel *Rodano* ove passa per le rocce. E dubitava il MENGOTTI che il famoso vortice dello stretto di MESSINA procedesse dalla stessa cagione, se vero è, diceva egli, che lungi da esso sulle coste australi della Sicilia si veggono ricomparire vomitati i flutti e i rottami de' navigli che la CARIDDI ha travolti ed ingoiati (1).

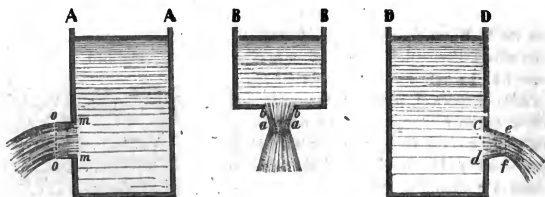
Fig. 577.

2182. Contrazione della vena. Osservasti mai per avventura versando acqua da una boccia B, com'essa n'esca quasi a guisa di vite o *funicella vv* come ti fo chiaro per la fig. 577? Questo fenomeno poco o forse male avvistato dagl'idrologi, verrà meglio studiato nel III LIBRO (2). Or mi cale se rimemori che i liquidi sortendo da un foro ad esempio *m m* del vaso A A

(1) MENGOTTI. *Idraulica Fisica e Sperimentale*. VENEZIA 1818. Parte 2, pag. 6.

(2) I corpicciuoli un po' più gravi dell'acqua, dopo discesi si piegano ed incamminano verso il foro del vaso. Secondo il GRANDI i fili acquei andrebbero realmente ad incrocicchiarsi, e quasi ad aggrupparsi (*Movimenti dell'acque*, Cap. II. Prop. IX), onde chiamò

quale la fig. 578 rappresenta per sezione, non escono come i vermicelli dal tor-

Fig. 578.

chio del pastaio, vo' dire eguali, cilindrici, conservando la regolare dimensione dipendente dalla forma dell'orificio, onde il diametro qualunque *oo* sia eguale ad *mm*. Se l'orificio stesso è scolpito in lastra sottile, la vena fluida nell'uscire prende forma di superficie conica sino a certa distanza dal foro, componendosi in conoide cui è base maggiore l'area del pertugio. Dopo il quale restrignimento, ch'è detto *contrazione della vena*, rilargasi e si sparpaglia secondochè richieggono la gravità non che la resistenza dell'aria. Nel vaso B B la vena uscente verticale dal foro *bb* si contrae come *aa*: nell'altro DD, il getto descrive una parabola, ma forma pure il suo strignimento *ef* minore di *cd*. Cotesta diminuzione non fu ancor ben misurata con rigorosa esattezza (1) e varia pel variar delle forme, ed anco delle dimensioni d'uguali forme. Si accetta generalmente che l'area della *sezione contratta* sia pe'grandi orificii 0,56, cioè poco superiore alla metà di quella del foro; pe' minori riducesi dal Frisi a 0,71, cioè a cinque settimi della luce dell'orificio.

2183. Il volume di liquido ch'esca dal foro d'un vaso, se *B* sia l'area di esso foro, *T* il tempo in cui perduri l'efflusso, e *V* indichi la linea rappresentante la sua velocità, dovrà risultare naturalmente in ragion diretta dell'ampiezza del foro *B*, della durata del tempo *T* e della velocità *V*. Quella quantità *Q* d'acqua sarà perciò $Q=BTV$. Se chiamiamo A l'altezza *costante* dell'acqua sul centro dell'orificio B, per la ragione detta al § 2181 la velocità V essendo dipendente dall'altezza A, sarà in ragione della sua radice quadrata. Ma s'è pur detto ivi ch'essa velocità eguaglia quella che avrebbe un grave discendendo da pari altezza. Ora s'è posto al § 1989 che questo acquista dopo l'unità di tempo una velocità doppia dello spazio percorso durante la medesima: quindi chiamando *g* la intensione della gravità, cadendo il corpo dall'altezza

---

nodo il luogo della loro unione, e *funicella* la vena contratta. Il Poleni dimostrò invece (*Delle Pescaie e Cater*. n. 59) che i fili acquei dello zampillo non s'intrecciano, nè si attraversano, ma solo si appressano e quasi s'abbracciano insieme. Ho fiducia di dimostrare nel III Libro che l'uno e l'altro videro il vero in diverse circostanze dello zampillo, e la fig. 577 può ben rappresentarci quel *nodo*, ed in *v v* la *funicella* del Grandi.

(1) Vuolsi che la *sezione contratta* come *a a* ed *e f* nella citata figura si riduca a 2/3, o meglio a 5/8 di quella dell'orificio. Il Newton ne valutò il rapporto del suo diametro a quello del foro : : 0,841 : 1; il Michelotti valutò 0,792; il Venturi 0,798; lo Eytelwein 0,800; il Bossut 0,812 ecc.

A, viene ad acquistare una velocità doppia, ossia $2gA$ onde sarà $V=\sqrt{2gA}$. Sostituendo questa espressione della velocità nel valore della quantità Q troveremo

$$Q=BTV=BT\sqrt{2gA}.$$

E nel caso della *contrazione della vena* converrà ridurre questo valore a soli 5|8 ovvero 5|7, cioè moltiplicarlo per 0,56, o per 0,71, come si è chiarito al § 2182 precedente.

2184. Esempio. Ponghiamo il caso delle due chiaviche al § 2180, e prima nel supposito che sieno d'area eguale, ad esempio, ciascuna di 80 centimetri quadrati. La chiavica M (fig. 576) è profonda sotto il livello CC, 16 centimetri, dunque $A=0,16$, e la sua area è $B=0,80$; vogliamo conoscere la quantità Q d'acqua che ne sgorga nel tempo T di 10 minuti secondi, porremo

essendo $2g=9^m,8088$ (§ 1989)

dalla $Q=BT\sqrt{2g\,A}$ $\quad Q=(0,80)(10)\sqrt{9,8088\times0,16}$

o prossimamente $\quad Q=10^m,040.$

Consideriamo l'altra chiavica N per la quale l'area b sarà pure 0,80, il tempo $t=10$, e l'altezza $a=0,64$. Avremo similmente

dalla $Q'=bt\sqrt{2\,g\,a}$ $\quad Q'=(0,80)(10)\sqrt{9,8088\times0,64}$

o prossimamente $\quad Q'=20^m,080.$

Dunque la chiavica M dà una quantità d'acqua Q ch'è la metà della quantità Q' data in egual tempo dalla chiavica N, cioè appunto come si disse, perchè $4 : 8 :: 10^m,040 : 20^m,080$.

Da questo esempio possiamo dedurre anche la conseguenza più generale, ed in pratica molto importante, cioè che

Le quantità *d'acqua erogata sono in ragione composta diretta dell'area degli* orificj, *dei tempi dell'efflusso, e delle radici quadrate delle* altezze *del liquido.*

Infatti avevamo $\quad Q=BT\sqrt{2gA}$, e $Q'=bt\sqrt{2ga}$

è facile ricavarne

$$Q : Q' :: BT\sqrt{2gA} : bt\sqrt{2ga}, \text{ e infine } Q : Q' :: BT\sqrt{A} : bt\sqrt{a}$$

2185. Colla quale proporzione facilissima si risolvono i vari casi più frequenti in pratica. A mo' d'esempio una chiavica dia in dato tempo 4 metri d'acqua, e sia profonda 16 centimetri sotto il livello dell'acqua. Vuoi conoscere quanto dèi ribassarla affinchè ne dia invece 10 metri: il tempo t e l'area b non si vogliono variare, ma solo l'altezza a. Chiamando x l'altezza ricercata, avremo le due quantità

$$4 : 10 :: bt\sqrt{a} : bt\sqrt{x},$$

d'onde $\quad 4 : 10 :: \sqrt{a} : \sqrt{x}$

da cui $4\sqrt{x}=10\sqrt{a}$; $\sqrt{x}=\frac{10\sqrt{a}}{4}$, ed $x=\left(\frac{10\sqrt{a}}{4}\right)^2$

ma $a=16$; dunque $\sqrt{a}=4$, e perciò

$$x=\left(\frac{10\times 4}{4}\right)^2=\left(10\right)^2=100$$

ed infatti avevamo trovato che l'altezza come 100 dà la quantità d'acqua che paragonata a quella profonda 16, sta :: 10 : 4.

Invece qual area dovrà avere un orificio per dare doppia quantità d'altro sott'eguale altezza a, ed eguali tempi t? Chiamando q la quantità ed x l'area corrispondente a $2q$, da

$$q : 2q :: bt\sqrt{a} : xt\sqrt{a}$$

si ha $q : 2q :: b : x$, onde $qx=2qb$,

ed infine $x=\frac{2qb}{q}=2b$, cioè l'area dee essere doppia.

Lo che si dimostrerebbe pure pel tempo, il quale vuol essere naturalmente doppio, triplo ecc. per aver doppia o tripla quantità, rimanendo inalterata l'area, e la profondità.

2186. Dunque, se raddoppio l'area, raddoppio la quantità; se raddoppio il tempo, raddoppio pure la quantità; ma debbo quadruplicare la profondità per addoppiare la quantità. Infatti se dessa era ad esempio 10, avendo

$$10 : x :: bt\sqrt{a} : bt\sqrt{4a}, \text{ e } 10\,bt\sqrt{4a}=xbt\sqrt{a},$$

onde $10\sqrt{4a}=x\sqrt{a}$, e $10\times 2\sqrt{a}=x\sqrt{a}$, e $10\times 2=x=20$.

Per ordinario i fori sono circolari: quindi siccome l'aree de' circoli stanno fra loro nella ragione de' quadrati de' diametri (§ 1403), ne consegue che *le erogazioni seguono la ragione de' quadrati de' diametri degli orificj*. Infatti $Q : q :: BT\sqrt{A} : bt\sqrt{a}$ essendo $B : b :: D^2 : d^2$ (dove D e d esprimono i diametri rispettivi) se le altezze A ed a, ed i tempi T e t sieno eguali, avremo

$$Q : q :: D^2 : d^2.$$

Perciò, tenga ben questo presente l'agronomo, se una chiavica abbia una luce con 10 centimetri di diametro, ed altra con 20, quest'ultima non eroga già doppia quantità d'acqua di quella, ma si quadrupla, perchè si ha

$$Q : q :: D^2 : d^2 : \text{cioè } Q : q :: 20^2 : 10^2,$$

onde $Q : q :: 400 : 100$, ossia $Q : q :: 4 : 1$.

2187. Emerge ancora che: *per avere eguale erogazione da due diseguali orificj, i tempi dell'efflusso deono essere in ragione inversa dell'area degli orificj medesimi posti ad eguali profondità.*

Infatti sono nel supposito eguali le profondità e le quantità:

dunque $Q=q$ $A=a$

perciò nell'equazioni $Q=BT\sqrt{A}$, e $q=bt\sqrt{a}$

sì ha $BT\sqrt{A} = bt\ a$, ed inoltre $BT = bt$

da cui ricavasi $B : b :: t : T$.

Ma la **portata** esatta d'una bocca ad esempio rettangolare sarà meglio analizzata nel § 2193 ecc. e nel III LIBRO, dove pure si diluciderà come quell'altezza d'acqua al di sopra dell'orlo della bocca d'erogazione chiamisi *battente*, e le conseguenze derivanti dal variare di esso, cioè a dire dal non essere costante il livello superiore dell'acqua, non che l'influenza de' tubi addizionali come più sotto è in parte preliminarmente investigato.

2188. La **clessidra** degli antichi (1) era l'orologio loro, fondato sulla misura dell'acqua erogata da un foro per ricavarne la misura del tempo. Se ne valeano gli Egiziani per misurare il corso del Sole, come tanto dipoi TICONE BRAHE pel moto delle stelle, e più tardi il DUDLEY per le sue osservazioni marittime. Quella di CTESIBIO consisteva in una figura piena d'acqua che esciva dagli occhi quasi tributo di lagrime agl'istanti di tempo che fuggono. L'acqua stessa riversavasi da sè in un serbatoio verticale dove innalzava altra figura, la quale ascendendo gradualmente, la mercè d'uno stilo, indicava le ore sovra di una colonna.

2189. Senza toccare delle *clessidre* assai complicate (2) una da campagna potrebbe costruirsi, quale si disegna nella fig. 579. Il sifone ABC ha il suo minor ramo fisso nel disco di sughero E, il quale galleggia alla superficie dell'acqua contenuta nel vaso cilindrico D. L'altro ramo è munito di chiavetta C per regolare lo sgorgo dell'acqua in proporzione alla capacità del vaso medesimo. Segnate tante eguali divisioni 1, 2, 3, ecc. supponendo che il livello dell'acqua sia al segno dell'1, vi si troverà pure il disco E di sughero e con esso l'orificio del minor ramo del sifone. Aperta la chiavetta C a modo che l'acqua ad esempio impieghi un'ora per dibassare col suo livello sino al segno 2, proseguirà similmente in tempi eguali d'un' ora, a discendere dall'una all'altra delle predette divisioni. Or come avvien egli che in tempi eguali sgorghino eguali quantità d'acqua benchè questa scemi del continuo entro il vaso? Dalle precedenti nozioni l'agronomo ha già compreso che coll' artificio del sughero galleggiante, mentre s'abbassa l'orificio d'introduzione nel ramo minore del sifone s'abbassa pure altrettanto quello d'erogazione nel ramo maggiore: e siccome la velocità d'uscita dall'orificio C dipende solo dalla pressione occasionata dalla differenza tra questo foro e il livello dell'acqua onde s'alimenta, rimanendo sempre eguale questa distanza, rimane pur uguale la velocità, quindi l'efflusso, e per conseguenza il dibassamento dell'acqua nel vaso.

Fig. 579.

(1) Da κλεπτω *nascondo*, e υδωρ *acqua*. PLATONE la fece conoscere ai Greci, e SCIPIONE NASICA ai Romani. POMPEO, al dire di PLINIO, n'ebbe tra le spoglie tolte a nazioni dell'Oriente, e CESARE ne trovò nella GRAN BRETTAGNA.

(2) *Transazioni filosof. di* LONDRA nel Vol. XLIV.

2190. L'orologio a sabbia, in termine marinaresco *ampolletta*, pure usato dagli antichi, merita d'essere notato per la singolare proprietà rilevata dallo HUBER-BURNAND nelle sue sperienze fatte in GINEVRA. La fig. 580 basta per ricordare questo strumento semplicissimo dove l'efflusso della sabbia dal vaso A cadendo in B serve a dichiarare la misura d'un quarto d'ora, mezz'ora ecc. secondochè si notano le acconce divisioni nel vetro stesso del vaso superiore. Ora s'esso fosse ripieno d'acqua, nello sgorgare dal foro inferiore per passare nel vaso B, per la dichiarata legge della velocità dovuta all'altezza del *battente* o livello superiore (§ 2179) dibassando cotesto livello scemerebbe quell'efflusso. Invece lo HUBER trovò che la quantità di sabbia che cade in dato tempo per dato pertugio, si mantiene eguale sia in *volume* che in *peso* qualunque sia l'altezza della sabbia nel vaso (1) fossero pure le differenti altezze decupla l'una dell'altra. Egli mi pare cotesto assai grave argomento per dubitare siccome ho fatto al § 2153 e 2178 della pretesa indipendenza delle molecole dei liquidi. A suo luogo troveremo poi assai acconcia applicazione dell'enunciata proprietà della sabbia, nel discorrere della fondazione degli edifici.

Fig. 580.

2. Influenza de'tubi addizionali.

2191. Fin qui supposti i pertugi de' vasi, scolpiti in lastre sottili: lo che nel fatto non si verifica; conciossiacchè le luci d'erogazione ne' canali, in causa o della grossezza del muro, o perchè si accompagnano con chiaviche o per qualsiasi altro modo, riescano sempre fornite di un condotto più o meno lungo, e di vario diametro, e forma; e già ne feci motto nei §§ 1675, e 1771. E' si parrebbe che l'aggiunta di cotesti condotti, o comunque vogliasi di tubi, dovesse aumentare il soffregamento, e la resistenza, e quindi scemare l'efflusso. Ma sperienze d'illustri fisici dimostrano il contrario. L'acqua, dissero alcuni, lambisce e segue volontieri la superficie tersa e pulita de' corpi. Appressando, prosegue elegantemente il MENGOTTI (2), la palma tesa della mano ad un pispino d'acqua che schizzi da tenue pertugio, ed allontanandola poscia a bell'agio, esso pure declina, e torcesi alquanto dalla sua direzione per seguitar la mano che si ritira. Così si attaccano i vapori e le parti umide dell'atmosfera ai marmi ed ai bronzi, in guisa che si veggano essi gocciolare talvolta o sudare come il volgo dice e giura (3). L' acqua ha genio, per dirlo col POLENI (4), di seguire le interne pareti de' cannelli. In effetto cotesti cannelli o tubi non solo rintuz-

(1) MAJOCCHI. Elem. cit. Tom. I, pag. 423.
(2) MENGOTTI loc. cit. Par. 2, pag. 15 a 17.
(3) *On trouve l'explication de l'effet que produisent les tuyaux additionnels lorsqu'on réfléchit sur l'adhérence que l'eau peut contracter avec les corps polis qu'on lui présente.* BERNARD. *Nouv. Princ.* n. 30.
(4) POLENI. Lettera al MARINONI sopra alcuni sperimenti.

zano e scemano in parte i cozzamenti de' fili acquei discendenti convergendo tra loro verso il pertugio, onde usciti è forza si urtino e ritardino a vicenda, ma come conciliatori de' contrasti ed oppositi movimenti de' fili acquei, gli aiutano bellamente a prendere direzione più concorde e favorevole all'efflusso.

2192. I tubi adunque applicati agli orificii modificano la velocità dell'efflusso; e quindi la quantità dell'acqua erogata, ne' modi che dirò nel III Libro. Intanto noti l'agronomo che l'unico tubo il quale non modifichi sensibilmente l'efflusso è naturalmente quello costrutto secondo la forma della *vena* sino alla sua *contrazione* (§ 2182) purchè abbia l'interna superficie assai levigata. Applicando ad un orificio circolare un tubo cilindrico d'egual diametro, se la vena fluida non aderisce alle di lui pareti e passa libera, l'erogazione rimane proporzionale alla sezione della *vena contratta*. Ma se accade l'*efflusso a pieno tubo* e perciò i filetti d'acqua più non s'incrociano nel modo avvertito al citato § **2181**, la vena sgorga d'egual diametro dell'orificio. E questo è da rimarcare: che se il diametro del *tubo addizionale* sia allo incirca il quarto della sua lunghezza, l'acqua sgorgata in questo caso *a pieno tubo* è tanto maggiore di quella che scorre liberamente *contraendosi*, quanto **133** è maggiore di **100**.

Avendo dunque una luce di **10** centimetri di diametro, collo aggiugnere un tubo cilindrico d'egual diametro, e lungo **40** centimetri, e' si parrebbe che io potessi aumentare del 33 per cento la quantità dell'erogazione. Ma ciò avviene solo se la pressione che fa sortire la vena fluida, sia assai tenue; perchè nelle maggiori pressioni la vena stessa rimane libera. Quindi cotal tubo potrebbe recar vantaggio applicato alla luce M della fig. 576 e non alla N. Ma di ciò meglio a quel III Libro dove si rileverà pure quanto giovi l'addizione dei tubi conici divergenti più de' cilindrici, mentre i convergenti sminuiscono l'efflusso; e quanto influiscano le dimensioni e forme relative de' lunghi tubi di condotta dell'acque. Ivi pure si dirà del moto dell'acqua per gli alvei de' canali, de' torrenti e de' fiumi ed eziandio a quale altezza d'acqua nella *conserva* corrisponda l'altezza dello *zampillo* che ne sbocchi.

3. Portata d'acqua.

2193. Portata. Presso gl'idraulici la quantità d'acqua che passa per la sezione d'un canale o fiume in un minuto secondo, e più genericamente la *portata d'acqua* d'un orificio, è il volume d'acqua che ne sgorga in dato tempo. Diciamo *volume* e non *massa* perchè se il liquido ad esempio fosse mercurio, da un dato foro in egual tempo e condizioni n'uscirebbe egual volume come se fosse acqua; ma le *masse* de'due liquidi sarebbero diseguali, cioè allo incirca come **1** : **13,5**.

La *portata*, o come si disse il volume, è in ragion composta dell'area dell'orificio e della velocità del liquido nell'efflusso (§ 2183). Chiamando S la sezione dell'orificio, A l'altezza del liquido onde la sua velocità è $v = 4{,}43\sqrt{A}$ il volume o portata Q in un secondo minuto sarà

$$Q = S \times 4{,}43 \sqrt{A}.$$

Questa formola è la stessa di quella del § 2183 (1), ma oltre il riflesso sulla *contrazione della vena*, per la influenza de' tubi addizionali occorrono almeno le seguenti modificazioni.

2194. La *portata* teorica cioè l'enunciato valore di Q dee modificarsi quando si ricerca la portata *reale* a foro libero o *nudo* come il dicono gl'idraulici, ovvero a foro munito di tubo. Quindi

PORTATA, *teorica*	Q
» *reale* con tubo della figura della vena .	0,96 Q
» » con tubo cilindrico	0,81 Q
» » con apertura libera in parete sottile	0,63 Q

Ma nel III LIBRO meglio chiarirò l'altre condizioni tutte da tenere a calcolo in coteste valutazioni.

4. Onde, oscillazione.

2195. « Quando l'acqua corrente intoppa in un ostacolo, dicea il TADINI (2) una parte almeno della sua velocità, o diremo meglio, della sua forza viva si converte in aumento di pressione o di altezza: oltrepassato l'ostacolo l'aumento di pressione o di altezza riproduce velocità o forza viva: ma la velocità riprodotta è traversale rispetto alla direzione della corrente: essa è perciò un'*onda*. L'azione delle *onde* si esercita principalmente sulla linea verticale, quindi è che veggiamo sollevarsi l'acqua alla superficie della corrente, tosto che essa urta nell'ostacolo: ai fianchi della verticale lo sconcerto dell'acqua si riduce a poca cosa. Le *onde* nel loro conflitto si dividono, e suddividono in altre ed altre, che si propagano principalmente sulla direzione verticale, penetrando per tutto il corpo della corrente dal fondo sino alla superficie ». Gli effetti delle *onde* che s'incontrano in opposta direzione, la forza loro per ammorzare il movimento della corrente evidentissima nelle cascate d'acqua, sono tutti fenomeni da ponderare nel III LIBRO e porgeranno eziandio nuovo argomento della dipendenza vicendevole delle molecole de' liquidi. Ora limitiamoci ad alcune generiche considerazioni, conciossiachè dopo le sperienze recentissime del CALIGNY le oscillazioni in genere dell'acqua sembrino acquistare una importanza pratica dagl' Idraulici sin ora disveduta (3).

2196. **Le onde.** Lasciando cadere una pietra sovra il cristallo d'un' acqua in riposo svegliasi in essa una serie d'*onde* concentriche al punto colpito dalla pietra. Esaminiamo lungo una sola linea retta questo fenomeno.

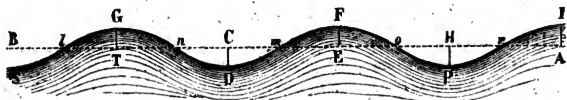
---

(1) Nella formola al § 2183 entra la considerazione del tempo, che in questo più genericamente si considera rispetto al minuto secondo preso per sua unità; quindi sostituito S a B, e 4,43 a $\sqrt{2g}$ per la ragione che verrà meglio chiarita nel III LIBRO.

(2) *Di varie cose all'idraulica scienza appartenenti* TADINI *idraulico italiano scrivea.* BERGAMO 1830.

(3) « *Resterebbe ora a dir qualche cosa relativamente alle oscillazioni dell'acqua ne' sifoni: se non che una tale questione non essendo d'immediato interesse pratico, non credo dovermene occupare ecc.* ». TURAZZA. Tratt. d'Idrometria. PADOVA 1845, pag. 165.

Rappresenti la fig. 581 nella orizzontale A B la superficie tranquilla

Fig. 581.

dell'acqua. Cadavi sopra un grave, o avvenga una pressione qualunque sovra qualsiasi sua porzione $m\,n$, il liquido cede e s'informa nella cavità $n\,D\,m$ proporzionale all'energia della forza disturbatrice del suo equilibrio. Incompressibile (§ 2136), non può l'acqua offerire quel concavo seno, come il farebbe una pasta tenera, un corpo molle; perciò spostata da quello spazio rivelato dalla sezione $nCDm$, dovrà sollevarsi ai lati verso G ed F, e produrre le convessità m F E ed n G T. Nè potendo sostenersi in que' colmi G ed F discenderà per G T l, ed F E o, acquistando una velocità nella sua caduta in guisa da formare altre cavità S e P; e via dicendo si produrrà una successione di colmi, ossiano *onde*, in sembianza di un real movimento di traslazione dell'acqua, procedente dal centro all'infuori.

2197. **Le marittime onde** si estendono a distanze incredibili, e mentre l'occhio più non giugne a distinguerle, perciocchè diminuendo sempre nel progredire, finiscano per riuscire impercettibili, rilevasi però il loro sviluppo fino alla spiaggia dal movimento che imprimono alle sabbie e minuti ciottoli della riva. I navigli nell'Oceano furono talvolta sorpresi da ondulazioni di straordinaria lunghezza, conseguenza di procella distante non meno di 200 chilometri (1). Nel II Libro dirò delle cause meteoriche dell'*onde*, e nel III dell'altre cause idrometriche, non che de' loro effetti, conciossiachè da pressione si tramutino in vera percossa. Lo strepito dell'acque, osserva il Tadini, che talvolta udito a qualche distanza da un torrente al decrescere di sua piena sembra quello di un grande voltamento di ghiaie e di sassi, ed inganna l'inesperto volgo, non è prodotto che dalle vicendevoli percosse di *onde* contro *onde*.

2198. **L'oscillazione** dell'acqua (2) in tubo ricurvo con rami eguali, promossa allorchè se ne disturbi l'equilibrio, segue ad un certo grado le leggi del pendolo. Obbligato il liquido ad elevarsi in un ramo, in forza della gravità ascende di nuovo nell'altro ramo ad altezza maggiore della linea di riposo, e via dicendo fa oscillazioni nel tubo, le quali senza la resistenza opposta dall'aria e dall'adesione delle pareti, dovrebbero continuare indefinitamente. Sono assai curiose le sperienze del de Caligny istituite col suo apparecchio per innalzar l'acqua (3) fondato sullo stesso fenomeno d'oscillazione, e ne farò debito

(1) Majocchi loc. cit. Vol. I, pag. 429.

(2) L'oscillazione dell'acqua ne' tubi comunicanti per rimettersi nell'equilibrio dal quale venga disturbata, per l'esperienze del Lehot sarebbero maggiore quanto è più alta la temperatura, perciocchè questa sminuisce l'adesione del liquido colla parete del tubo. L'acqua a 92° avrebbe fatto 16 oscillazioni, mentre a 17° ne produrrebbe solo 12, e soltanto 3 a 6° gradi. Lehot. *Observations sur l'écoulement des fluides* ecc. Paris 1819.

(3) A. de Caligny. *Description d'un appareil automobile à élever de l'eau, employé utilement depuis plus d'une année dans un jardin maratcher de Versailles.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences (2 fevr. 1852). Tome XXXIV, pag. 174 ecc.

cenno nel III LIBRO, ove ne rileverò l'analogia colla celebre sperienza del DU BUAT sul prisma immerso in una corrente.

5. Macchine.

2199. I motori che la Natura fornisce sono pressochè senza numero: ma quelli di cui l'agricoltura può valersi come tutte le altre industrie, ponno distinguersi in *animati* ed *inanimati*, ovvero in

Motori gratuiti { Aria, Acqua

» non **gratuiti** { Animali, Sostanza eterea.

Ad eccezione degli *animali*, l'altre specie di *motori* hanno d'uopo d'ingegni perchè la forza motrice si applichi alla resistenza, cioè a dire è necessario possedere acconci mezzi quali diconsi MACCHINE, perchè la causa produca i suoi effetti temperati alle richieste emergenze. In questo luogo occupandoci de' liquidi, dovremmo sporre lo studio delle sole macchine idrauliche, (in ispecie di quelle il cui unico motore è l'acqua). Ed esse pure constano di due specie:

1° MACCHINE che ricevono moto dall'acqua corrente per trasmetterlo a qualsivoglia sistema di operatori;

2° MACCHINE destinate a sollevar l'acqua, ma ricevendo il moto da altre specie di motori.

La nuova scienza Agrologica dee avere per iscopo importantissimo di valersi il meno possibile della forza degli animali. In ispecie della forza fisica dell'UOMO, e principalmente dell'uomo del campo si è sin ora soverchiamente usato ed abusato. Gli è la potenza dell'intelletto di che, fra tutti gli esseri, il volle dotato il massimo Iddio, gli è quella potenza ch'anco nelle rustiche opere dee fruttuarsi con isparmio della forza muscolare, e perciò dove tornerà in acconcio svolgerò gl'ingegni meccanici, e quindi anco le macchine idrauliche che a tale divisamento si paiono meglio opportune.

2200. Nel III LIBRO sarà dunque distesamente discorso delle *macchine* essenziali nell'industria rurale, per elevare o dirigere i liquidi ne' modi più vantaggiosi. Dopo descritte le varie fogge di *valvole* e di *stantuffi*, e le *macchine* più semplici, come la *siringa* e la *canna idraulica*, farò cenno delle *trombe* nelle loro diverse specie di *aspiranti*, *prementi* e *composte*, comprendendovi la *tromba a rosario* e la *tromba* di VERA o *funicolare*, ed in ispecie la *tromba per gl'incendii*, oltre alle diverse *ruote* alla SEGNER, all'ALTHAN e i *turbini* alla WHITELAW, alla FOURNEYRON ecc. Nè mancherò di rilevare quelle d'invenzione del RAMELLI (1), e l'*idrobalo* del LITTA (2), e il *ventilatore idraulico* ossia *tromba Napoleone* del CASTELLI (3), giovandomi delle preziose notizie date dal prof. GHERARDI nel rivendicare al RAMELLI ed al CAVALIERI la *tromba* dopo ciò ingiustamente detta di DIETZ (4). Ma sarebbe inutile memorare in questo luogo

---

(1) Le diverse ed artifiziose macchine ecc. del cap. Ag. RAMELLI ecc. PARIGI 1588.
(2) LITTA Agost. *Sull'Idrobalo*. Mem. ecc. MILANO 1781.
(3) CASTELLI Carlo. *Il ventilatore idraulico*. MILANO 1809.
(4) GHERARDI prof. Silvestro *La tromba ad acqua Dietz* rivendicata al RAMELLI ed al CAVALIERI ecc. N. ANN. delle Scienze Nat. BOLOGNA 1842.

i nomi di tutti i diversi ingegni onde si può vantaggiare della pressione o velocità dell'acqua, mentre la descrizione vuolsi a quel III LIBRO rimandata perchè suo speciale subbietto, e perchè deono precedere per l'intelligenza più compiuta le nozioni di MECCANICA AGRICOLA del seguente VIII CAPITOLO. Ora è mestieri indagare altri fenomeni fisici, di somma importanza in ispecie nell'investigazione successiva de' fenomeni piu meravigliosi dell'organismo.

6. Capillarità.

2201. Trascorse le principali condizioni *idrostatiche* e *idrodinamiche*, occorre indagare perchè i liquidi non sempre obbediscano alle medesime, onde i fenomeni della *capillarità*, e quelli dell'*endosmosi*.

Capillare esprime simiglianza a *capello*, o pelo del capo umano, perciocchè i capelli sieno tubetti (1), non filamenti impervii come appare ad occhio nudo. Così le sottilissime estreme diramazioni delle arterie e delle vene chiamansi vasi capillari, per la loro tenuità, e certi vermi intestinali, *Trichostoma* del RUDOLPHI; e gli organi delle piante allungati, cilindrici, e sì gracili da somigliare a crine o a capello, come il fusto dello *scirpus capillaris*, le foglie dello *asparagus tenuifolius*, i peduncoli dell'*antirrhinum elatine*, i filamenti degli stami della *secale cereale*, e l'estreme più tenui barbicelle delle radici ecc. (2). In FISICA i tubi o cannelli capillari sono quelli il cui diametro interno è piccolissimo, entro i quali, immersi in un liquido con una estremità, questo s'eleva al di sopra del suo livello idrostatico, o deprimesi sotto il medesimo. Fenomeno minimo in apparenza, ed osservato, rispetto all'ascensione dell'acqua, per la prima volta dallo AGGIUNTI, medico di TOSCANA, morto nel 1651: fenomeno, che per dirlo coll'HAUY, grandeggia di qualche modo all'infinito per la sua universalità.

2202. L'**adesione** (§ 1998 ecc.) dei liquidi coi solidi è qui meglio da dischiarare (3). Ponete due sferette di cera (fig. 582) a galleggiare sull'acqua; non essendo suscettibili d'essere bagnate, il liquido si deprime intorno ad esse. Procacciate che riescano molto vicine, le due depressioni interne formeranno una sola concavità, e naturalmente le due sferette per la pressione dalle parti esterne saranno spinte l'una verso l'altra. Nelle sferette invece di legno o di sughero, o d'altra materia suscettibile di essere bagnata, il liquido si

Fig. 582.

(1) Più esattamente sono *spire* ecc. RASPAIL. Hist. Nat. de la Santé et de la Maladie. PARIS 1843. Tom. 1, pag. 17.

(2) La capillare comune o volgare è l'*Asplenium trichomanes*, oltre il capello di Venere ch'è l'*Adianthum capillus Veneris*, il capillare nero o *Asplenium nigrum* ecc.

(3) Per farsi un'idea dell'*adesione* tra solidi e liquidi, prendesi un fuscello di paglia, e con esso sollevasi una goccia d'acqua: diligentemente operando si può non solo trasportare questa goccia pendente dal fuscello di paglia, ma ravvicinandola ad una goccia d'olio d'olive versato sovra un piano cui non s'attacchi, si giugne a sollevarla, e così trasportare il fuscelletto colla goccia d'acqua cui sta sospesa per aderenza la goccia d'olio.

solleva intorno ad esse (fig. 583), e se siano ravvicinate, il liquido si solleverà a modo che le pressioni esterne cresceranno, e le sferette saranno spinte l'una contro l'altra. Che se le sferette sieno l'una suscettibile di bagnarsi e non l'altra, una di cera, per esempio, ed una di sughero (fig. 584) poste a piccolissima distanza fra loro, sembreranno respingersi, perchè il fluido depresso attorno alla prima tende a diminuire la curvatura di quello sollevato intorno al secondo, e reciprocamente; sì che cresce la pressione dal di dentro al di fuori, e la sferetta di cera dovrà allontanarsi.

Fig. 583.

Fig. 584.

Si conosce anche da ciò perchè un corpo non suscettibile di bagnarsi galleggia più facilmente d'altro che lo sia. La sferetta di cera diminuisce tanto di peso quant'è il volume d'acqua intorno à lei depresso, invece quella di sughero cresce di tutta l'acqua che ha spostato sul livello. Spiegate mò l'ago che galleggia? conviene ritenere che sia unto, o stare alla spiegazione d'uno strato d'aria *aderente* (§ 2204).

2205. Ora si provi d'immergere nell'acqua due lamine rettangolari tenute verticalmente a minima distanza tra loro; come ci rappresenta la figura 585, disposte in modo da formare un angolo acutissimo tra i loro orli da una parte secondo una retta verticale *c c'*. Se il liquido sia alquanto colorato onde meglio distinguere il fenomeno, e tale da bagnare le lastre, si rileverà com' e' si sollevi disegualmente tra le due lastre, ed in ragione inversa della distanza tra i diversi punti delle medesime. Il liquido si disporrà secondo una curva *a m b* convessa verso l'orizzontale, curva ch'è un' *iperbola equilatera* (§ 1446), i cui *assintoti* sono orizzontale l'uno, e l'altro verticale. Se oltre le due lamine accennate, altre due si unissero similmente cogli altri due orli in guisa da rinchiudere uno spazio in figura di rombo (§ 1026), il liquido si solleverebbe del pari con altra curva, che unita insieme alla precedente formerebbe una curva sola, la quale partendo dal livello esterno della massa liquida si alzerebbe ai due angoli acuti formati dalle quattro lamine.

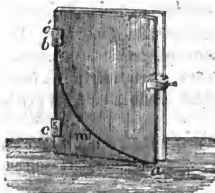



Fig. 585.

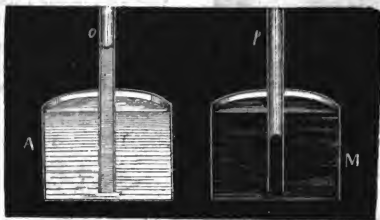
Immergendo una sola lamina si comprende meglio come il fenomeno dipenda dalla *adesione* della materia solida del tubo col liquido e dalla *coesione* delle molecole liquide tra loro. Chiamerò A l'*adesione* e C la *coesione*: ecco i tre diversi effetti da considerare:

1° Quando $A = \frac{1}{2} C$ la superficie del liquido ristà orizzontale attorno alla lamina posta verticalmente: dunque la lamina e la superficie liquida fanno tra loro un angolo retto.

2° Quando $A > \frac{1}{2} C$ il liquido si eleva accosta alla lamina; quell'angolo tra le due superficie risulta quindi ottuso.

3° Quando $A < \frac{1}{2} C$ il liquido ritraendosi di certa guisa s'abbassa attorno alla lamina: perciò acuto l'angolo tra le due superficie.

Ora si pieghi la lamina formandone un tubo cilindrico (§ 1745) di esiguo diametro: nel 1° caso non ha luogo il fenomeno di capillarità: nel 2° il liquido s'attacca alle pareti del tubo, e la superficie nell'interno di esso diventa concava, e tanto più cresce la concavità quanto più è $A >$ di $\frac{1}{2}$ C in guisa che giugnendo ad essere $A = C$ si forma un emisfero concavo qual è dimostrato in

Fig. 586.

o nella fig. 586 rappresentante un tubo capillare immerso nell'acqua A: nel 3° caso la superficie del liquido prende la figura convessa, e se sia $A = 0$, la curvatura diviene emisferica. In *p* si ha quest'effetto del mercurio M in cui s'immerga il tubo capillare (1).

2204. Dopo ciò è facile comprendere (e l'averne chiara idea è di somma importanza per la scienza agronomica) il fenomeno della *capillarità*. Immergendo una lastra di vetro nell'acqua, essa ne sorte bagnata, cioè con una quantità di molecole d'acqua attaccate alla sua superficie: ma se questa lastra sia unta d'olio o di materia grassa qualunque, la lastra non esce bagnata. Adunque nel primo caso vi ha quell'*adesione* o forza di attrazione fra il vetro e l'acqua, la quale nel secondo è impedita, perchè fra il vetro e l'acqua havvi lo strato d'olio, e l'olio non s'attacca all'acqua, nè viceversa. Invece della lastra s'adoperi un cannello sottilissimo di vetro; immerso nell'acqua dessa vi ascenderà, ma se il cannello è unto accade il fenomeno inverso, cioè di depressione. Ora quando l'acqua ascende nel tubetto, la sua superficie si dispone in forma concava, nell'altro caso assume inversa forma, cioè convessa. Se fra l'acqua e le pareti *ab*, e *cd*, del cannello, che nel disegno si raffigura spaccato per lo mezzo (fig. 587) non vi fosse alcuna attrazione, le molecole *e'e'* dell'acqua resterebbero a livello perfetto *mm*. Ammessa quell'attrazione, le molecole *e'e'* ne sentiranno l'influenza,

---

(1) Le depressioni del mercurio per le sperienze del GAY-LUSSAC in un tubo di vetro del diametro di millim. 1,903, risultarono di millim. 4,69, mentre l'HAUY ed il TRÉMERY per tubi di un millimetro, le rinvennero di millim. 7,333. L'AVOGADRO per tubi di millim. 1,60 da parecchie osservazioni rilevò una depressione di millim. 5,125, essendo la temperatura tra 10 e 14 gradi centesimali.

e così alcun poco le loro vicine, onde la superficie si disporrà per l'appunto come indica la figura. Supponi invece che le molecole d'aria abbiano più attrazione pel vetro che non quelle del liquido, ed allora è naturale il caso inverso quale il dimostra la figura stessa nell'altro cannello *e f g h*, ove le sferette chiare indicano le molecole d'aria, le scure quelle del liquido. Ma, dicono i fisici, come accade egli cotesto nel vuoto? Segno che la macchina *pneumatica* non riesce a staccare un velo d'aria che per adesione è attaccato al vetro.

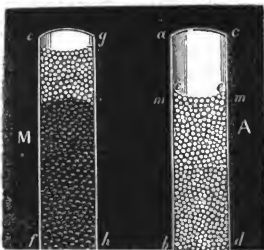



Fig. 587.

2205. Di qui si ha spiegazione dell'ascensione dell'olio nelle lampade ove giugne alla cima dello stoppino; quindi lo infiltrar dell'acqua traverso pietre spugnose, sabbia, carbone: degli spiriti attraverso carta senza colla.

Lo HALES, e poscia altri siccome il MIRBEL ecc. conghietturarono quanto questa forza capillare abbia influenza nell'ascensione del succhio dalle radici alle cime dei vegetabili.

Ad un ramo R di una pianta (figura 588) si adatti un tubo T ben collegato, ricoprendo l'unione con vescica umida a più doppi. Si capovolga il tutto e s'empia esattamente d'acqua il tubo T: poi destramente rizzato s'immerga la sua estremità in mercurio contenuto nel vaso C. Dopo non gran tempo vedesi il mercurio alzarsi nel tubo T, lo che indica che il ramo R assorbe acqua. In questo sperimento però è da tenere a calcolo la forza d'aspirazion delle foglie, perchè togliendole scema l'elevazione del mercurio. E disponendo anche il ramo a rovescio, com'è indicato dal disegno, sol che sia ben turato il taglio alla cima, lo HALES dimostrò conseguirsi la stessa ascensione del mercurio. A suo luogo si rileverà l'importanza di questa forza nell'esperienze del BOUCHERIE per la conservazione del legno. Ma in suo luogo pure rileverò quanto esagerata sia l'opinione d'alcuni di pretendere certi fenomeni fisiologici unicamente dovuti alla *capillarità*. Intanto il MAGNUS dimostrò la parte che dee attribuir-

Fig. 588.

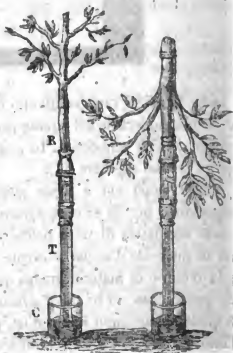



Fig. 589.

scue alla evaporazione con questa sperienza. Se chiusa esattamente l'apertura maggiore d'un imbuto V (fig. 589) con membrana di vescica, lo riempi d'acqua, indi tenendone chiusa con un dito l'estremità minore, capovolgendolo lo immergi nel mercurio, dopo alcun tempo questo sale, perchè i pori della vescica permettono ai vapori dell'acqua di sortire, e non a quelli dell'aria di entrare.

2206. A dimostrare l'insufficienza della *capillarità*, ed anche della vaporazione, si rammenti che lo stesso HALES nella stagione del succhio tagliò una vite in *e* (fig. 590), e l'unì perfettamentè con tubo ricurvo *n* S *n'* pieno di mercurio fino al livello *n' n*. Il mercurio cominciò ad abbassarsi nella parte *n* del tubo, alzandosi perciò nella parte *n'*. In una delle sue esperienze, la differenza riuscì sino di 38 pollici; ciò indicava il succhio sgorgare per una forza d'aspirazione della vite, capace di equilibrare la pressione di 38 pollici di mercurio, o quanto dire a una colonna d'acqua di 40 piedi d'altezza. Il quale effetto, non per forza di *capillarità* si può derivare. Tagliando infatti, come sperimentò il DUTROCHET, un tronco di vite successivamente in punti più vicini alla radice, continua lo sgorgo dalla parte di tronco rimasta nel terreno, mentre s' annulla nella parte recisa.

Fig. 590.

2207. La **impulsione** si tenne perciò dal DUTROCHET siccome vera causa di cotale ascensione del succhio, ascensione d'altronde nota ai pratici, conciossiacchè il lagrimare così detto delle viti dopo la potagione, innanzi che siansi vestite di foglie, ne porga continuo e palese argomento. Se non che il DUTROCHET confinò cotal forza d'impulsione nella estremità delle radichette perciocchè sieno le medesime terminate da organi particolari in forma di cono. Pel V LIBRO verrò dimostrando come cotesta forza debba invece ravvisarsi per quella *impulsione* addietro dichiarata (§ 2011) connaturale ed inerente alla sostanza organica (1) senza avere ricorso alla *endosmosi* del DUTROCHET, fenomeno a simiglianza della *capillarità*, impiegato dalla Natura nello svolgimento delle funzioni fisiologiche, ma non sufficiente da se solo a produrle. Lo che ne guida a parlare della *endosmosi* epilogando prima e restrignendo quanto giova conoscere intorno all'ascensione de' liquidi ne' tubi capillari, a queste avvertenze.

1° Immergendo porzione di tubo capillare in un liquido, se questo è atto a bagnare il tubo, esso vi entra ed ascende a livello superiore a quello esterno

---

(1) Quando il LAPLACE, dopo il VEITBRECHT nel *Tentamen theoriae qua ascensus aquae in tabulis capillaribus explicatur*, e dopo il CLAIRAUT, primo a sottomettere il fenomeno al rigore dell'analisi nella sua *Théorie de la figure de la Terre* (PARIS 1743) trovò per legge d'idrostatica, che *la superficie de' liquidi ne' tubi di piccolo diametro dee essere concava o convessa secondo la natura de' liquidi* rimaneva a sciogliere la quistione *perchè i differenti liquidi prendano l'una o l'altra forma*, e si trovò dai fisici la ragione nella diversità d'attrazione molecolare (§ 2203). Quando si trova di più che certi liquidi non solo ascendono a data altezza, ma col finire del tubo si riversano dal medesimo, è ineluttabile (ove manchi una forza d'aspirazione), ammettere, come ho avvisato, quella dell'*impulsione*.

al tubo (1); ma questa ascensione non accade se il tubo non è suscettivo a rimaner bagnato dal liquido ed anzi avverasi per l'opposito una depressione.

2° Quando il liquido ascenda, la superficie superiore della colonetta liquida si fa concava: nel caso contrario ristà convessa.

3° L'ascensione, se il tubo emerga pochissimo dal liquido, si limita fino all'orlo del medesimo, senza sgorgarne, come s'avvera invece nell'ascensione dianzi al § 2206 mentovata.

4° L'alzamento, e la depressione avvengono in certa ragione reciproca de' diametri interno del tubo, o delle linee omologhe (2), ma non senza che alquanto influisca la spessezza delle pareti del tubo.

5° La temperatura poco influisce nel fenomeno, ma piuttosto ne scema l'intensione (3).

6° La pressione atmosferica ha pure tenuissima influenza, perciocchè il fenomeno succede egualmente nel vuoto.

2208. Non è di quest'Opera lo intrattenersi delle celebri analisi del LAPLACE (4), combattute dal BRUNACCI (5), del PESSUTI (6) e del POISSON (7) per istabilire la teoria della *capillarità*, ma per la investigazione d'alcuni fenomeni della sostanza organica non trasanderò a suo luogo qualche osservazione microscopica sulla parete esterna de' tubi, la quale ha certa relazione colla citata sperienza del DU BUAT, e sugli effetti che si verificano immergendo tubi cilindrici e capillari spaccati pel lungo, ossia sperimentando tubi emicilindrici. Il fenomeno della *capillarità* non ispiega solo per qual motivo la spugna, la carta ecc. s'imbevano d'acqua o d'altri liquidi, ma in parte eziandio perchè l'olio, il sego, la cera s'elevino ne' filamenti de' lucignoli ad alimentare la fiamma nelle lucerne, candele ecc.; ed infine per qual ragione nell'epoche piovigginose, porte, telai, imposte, assi, pavimenti di legno imbevendosi d'umidità crescano come il volgo assicura, s'incurvino, ed insomma si dilatino. Volendo fendere una pietra o separarla dalla sua roccia, se può introdursi in qualche

---

(1) A LEONARDO DA VINCI deesi pur questa osservazione capitale (*l'action capillaire*), *dont jusqu'à present on avait méconnu le véritable auteur*. LIBRI loc. cit. Tom. III. pag. 54.

(2) Dalle sperienze del GAY-LUSSAC risultò che in tubo di vetro bianco del diametro interno di millim. 1,2944 l'acqua a temperatura di 8°,5 avea il punto infimo della sua concavità elevato sull'esterno livello dell'acqua stessa di millim. 23,1634. In altro tubo con millim. 1,9038 di diametro l'elevazione del liquido era millim. 15,5861. L'alcool si elevava in tubo di millim. 1,2944, di millim. 9,1823, mentre in quello di millim. 1,9038 s'innalzava solo di millim. 6,4012. Coteste elevazioni sono appunto prossimamente nella ragione inversa di que' diametri.

(3) Oltre le sperienze del LEHOT citate in nota al § 2198, la diminuzione d'*adesione* tra solidi e liquidi per elevazione di temperatura, è pur dimostrata da sperienze del DU BUAT (*Principes d'Hydraulique*. Tom. II, pag. 1), del GERSTNER (*Ann.* di GILBERT. Tom. V, 1800) del GIRARD (*Mouvem. des fluides dans les tubes capillaires*. Mém. de l'Inst. 1813 a 1816), dallo ACHARD (Mém. de l'Acad. de Berlin. Tom. I, pag. 187) ecc. Dalle sperienze poi del FRANKENHEIM (oltre l'altre molte del GAY-LUSSAC) risulta che in un tubo di vetro con un millimetro d'interno diametro, l'acqua alla temperatura di zero s'innalza millim. 30,43, e alla temperatura di 16 la elevazione giugne solo a millimetri 29,51.

(4) *Supplément à la théorie de l'action capillaire.*

(5) Giorn. di Chimica e Fisica del BRUGNATELLI. Tom. IX. PAVIA 1818.

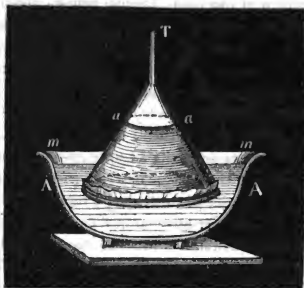
(6) *Mem. della Soc. Ital.* Tomo XIV. VERONA 1809.

(7) *Nouvelle théorie de l'action capillaire.* PARIS 1831.

fenditura un cuneo di legno secco, bagnandolo continuamente giugne a staccare la pietra dal masso. Per converso una fune di canape s'accorcia coll'inumidirla, perciocchè si dilata nella grossezza, cioè si riempiono tanto d'acqua le sue fibre che si scortano di lunghezza, oltrecchè aumentandosi il diametro, la spirale o giro mercè il quale s'avvolgono tra loro, diviene assai più lungo, e quindi scema la lunghezza lineare totale (1).

7. Endosmosi.

2209. Endosmosi, è chiamato un singolare fenomeno, celebre ed illustrato dal DUTROCHET (2) creduto inesplicabile (3) e al quale ho nel § **2207** di volo accennato. Prendiamo un imbuto T, fig. 591, e chiudiamone la bocca più larga, con membrana di vescica. Ripieno d' alcool fino a mezzo, s'immerga nel bacino AA pieno d'acqua; benchè il livello *aa* dell' *alcool* sia superiore a quello *mm* dell'acqua, e qualunque anzi sia quel livello *aa*, tra breve l'*alcool* monta, e seguita ad alzarsi a modo da scolar fuori tra un giorno o due dall'orificio T dell' imbuto. L' acqua è causa di questo sollevamento, perchè insinuandosi pei pori della membrana sempre più penetra nell'imbuto, come se la pressione dell'*alcool* non esistesse.

Fig. 591.

E se si ponga l'acqua nello imbuto, e l'*alcool* nel bacinetto ?

Allora l'acqua trasuda dalla membrana, s'alza il livello *mm* esteriore e dibassa l'interno *aa*, qualunque sia, dell'acqua.

Nel primo caso il fenomeno è detto *endosmosi*, nel secondo *esosmosi* : ciò da ενδον *entro*, ἔξω *fuori*, ed ωσμος *impulso*.

Altri liquidi, non però acqua con acqua, producono eguale fenomeno, e tra le soluzioni sperimentate dal DUTROCHET la più efficace per l'*endosmosi* è

---

(1) Quando Domenico FONTANA eseguì la meravigliosa erezione dell'Obelisco Vaticano commessagli da SISTO V, vuolsi che sollevato il medesimo sino a poca distanza dalla verticale ristasse, non valendo più gl'ingegni confidati alla forza di 140 cavalli, ed 800 uomini a fargli compiere il suo movimento. Dissero avere un popolano gridato *acqua alle corde*, onde le funi raccorciandosi traessero l'obelisco nella sua posizione verticale. Aneddoto oggidì tenuto in conto di favola, ma che se realmente fosse accaduto, il raccontato effetto ne sarebbe certamente seguito.

(2) Il PORRET, il FISCHER, il MAGNUS, il SOEMMERING, il PARROT ecc. l'aveano investigato, ma in ispecie il NOLLET al quale questa scoperta fu dal BELLANI rivendicata.

(3) « Benchè se ne ignori ancora la cagione, io devo esporvelo » dice il MATTEUCCI. Lezione XVIII-XIX, *loc. cit.*, pag. 75. Se n'è attribuita la causa alla elettricità, poi alla viscosità de' liquidi, infine alla sola capillarità : ne riparlerò nel V LIBRO.

l'acqua albuminosa, poi la soluzione di zucchero, l'acqua di gomma e infine l'acqua gelatinosa.

Altri diaframmi poi, voglio dire oltre le membrane, anco lamine di terra cotta, o d'argilla servono allo stesso passaggio, ed anzi perdurano più delle sostanze vegetali che dopo certo tempo non più vi si prestano.

2210. Osserviamo un po' questo fatto, senza troppa meraviglia.

I due liquidi dall'una parte e dall'altra del diaframma deono insinuarsi tra' di lui fori *capillari*: quello che vi passa più facilmente o pel grado di sua densità o per maggiore attrazione molecolare col diaframma, sospinge l'altro ed invade la sua dimora. Infatti il DOBEREINER riempiuta una vescica d'*alcool* allungato nell'acqua, l'espose all'aria e trovò dopo alcun tempo l'*alcool* più concentrato: lo che dimostrava la membrana essersi imbevuta meglio d'acqua che d'*alcool*: quindi l'evaporazione di quella in maggior quantità, e la maggior purezza dell'*alcool*. Notiamo che se invece dell'*alcool* si adopera soluzione di sale o di zucchero, l'acqua penetra similmente nell'imbuto (§ 2209): dunque nel primo caso l'*endosmosi* accade col passaggio del liquido più denso per la membrana, e nel secondo caso col liquido meno denso. Oltracciò (§ 2214, n.3) avviene essa l'*endosmosi* assoluta, cioè senza che accada pure *esosmosi*? voglio dire intantochè l'acqua ad esempio attraversa la membrana, una piccola porzione eziandio dell'altro liquido penetra sempre in senso contrario?

2211. **Endosmosi e vitalità.** Alcuni fisici vorrebbero ridurre l'atto elementare della vita ad un effetto d'*endosmosi* che poi non sanno nulla meglio spiegare. La funzione nutritiva pareggiata a quella d'una vescichetta che assorbe liquidi e gas, ed emette gas e liquidi! Le sperienze del MATTEUCCI hanno dimostrato che per esempio quel diaframma composto con istomaco di pollo, cogli stessi liquidi agisce in senso inverso del diaframma fatto con membrana della vescica urinaria (1), e che in somma alla disposizione sola della membrana rispetto ai liquidi si debbono differenze notevoli nella intensione, e nel senso anche dell'*endosmosi*.

2212. Non so se i fisici abbiano abbastanza cimentata cotesta *endosmosi* impiegando gas (2) benchè da tempo si conosca che lasciando esposte all'aria vesciche ripiene di gas, questi dopo alquanti giorni rinvengonsi mescolati coll'aria medesima. Il qual effetto ha spesso fatto mancare gli sperimenti areostatici. Il GRAHAM raccolse dei gas sotto campana pescante nell'acqua o nel mercurio, che avea largo orificio superiore chiuso con gesso nello stato in cui trovasi prima di *far presa*. Dopo alcun tempo l'aria esterna traversando il tappo di gesso avea riempiuto la campana, cacciandone il gas: ossia questo erasi unito coll'aria e la sua minima quantità in confronto dell'aria in cui erasi diffuso non lasciava sensibile indizio della sua presenza nel miscuglio.

Il MARIANINI facendo cadere bolle di sapone piene d'aria, in un vaso d'a-

---

(1) MATTEUCCI. Lezioni sui fenomeni fisico-chimici dei corpi viventi.

(2) Fra gl'Italiani s'occuparono assai dell'assorbimento de' fluidi aeriformi ne' pori delle materie liquide e solide, il CARRADORI, il FONTANA Felice, il MOROZZO, il SALUZZO, il BRUGNATELLI ecc., ma l'investigazione più speciale della *endosmosi* rimonta solo al 1828, e devesi al DUTROCHET, quantunque scoperta dal NOLLET come ho espresso nella nota (1) al § 2209.

cido carbonico le vide gonfiarsi e discendere. E il Matteucci introducendo un pezzo d'intestino pieno d'*ossigeno*, in una campana ripiena d'*acido carbonico*, vide l'intestino gonfiarsi, e trovò esservi penetrato più *acido carbonico* che non era l'*ossigeno* uscito. In questi fenomeni ha parte l'acqua che è nel velo delle bolle di sapone, o nella membrana umida dell'intestino, perciocchè l'acqua si carichi d'*acido carbonico* che rilascia allo interno, alla presenza dell'*ossigeno* puro o dell'aria. Gli è in questo caso l'acqua la quale concorre, quasi essa pure come diaframma, alla più pronta azione del fenomeno, il quale accade più lento, ma pur sempre accade ancorchè l' intestino sia secco. Questi pochi cenni sull'*endosmosi* interessano per applicazioni importanti nello studio patologico del meteorismo degli animali, come dirò a suo luogo, non meno che per quelle del Boucherie sulla conservazione e coloramento de' legni, e del Seguin sulla conservazione de' cadaveri, da estendere a quella de' frutti e d'altre materie organiche. Ed allora terrò pur conto del giusto grado d'influenza dell'*endosmosi* nell'economia vegetale ed animale, dando l'equo valore a quello sperimento dell'uovo di gallina che privo di guscio calcare ed immerso nell'acqua si gonfiò in vigore dello stesso fenomeno. Intanto l'agronomo avverta di curare che in ispecie i liquori, o liquidi spiritosi chiusi con tappi di sughero, o con pellicole, non riempiano le boccie in modo da toccare il tappo, altrimenti può l'umidità dell'aria esterna o anche l'*alcool* del liquido farsi strada pe' pori del medesimo; dal quale effetto coll'aggiugnere uno strato di catrame si potrà riguardare.

2213. Ma da coteste ed altrettali applicazioni è lungo tratto alla spiegazione de' vitali fenomeni. Tuttavolta affinchè non s'abbiano le mie dubitazioni (§ 2211) per avventate, e perchè l'agronomo apprezzi aggiustatamente il fenomeno della *endosmosi*, ponga l'occhio alla fig. 592 che è la 219 del Jussieu (1). Una vescica, contenente soluzione di zucchero o di gomma, è immersa nell'acqua pura ed alla medesima vescica è applicato un tubo verticale graduato per calcolare, come scorgesi dalla figura, l' altezza della elevazione prodotta dalla penetrazione dell' acqua pura nella vescica. Se il tubo facciasi a doppia curva con l'un de' rami ripieno di mercurio, questo giugne a salire anche oltre un metro; spintovi dall'acqua zuccherata la quale alla sua volta dee cedere il posto alla pura penetrante nella vescica. Ora, dice il Jussieu, l'assorbimento esercitato dalle radici diviene facile a spiegare. Le cellule che ne costituiscono il tessuto, sono ripiene di succhi più densi dell'acqua di cui la terra è imbevuta, e quest' acqua per effetto dell'*endosmosi* dee feltrare attraverso le loro membrane, e quindi *non solo l'endosmosi è atta a render conto dell' assorbimento per mezzo delle radici, e di quello che ha luogo consecutivamente da cellula a cellula, ma eziandio d'una parte della circolazione de' vegetali, la quale innanzi*

Fig. 592.

(1) *Cours Élémentaire* ecc. Botanique par M. Adrien de Jussieu. Paris. Fortin et Masson (senza data), pag. 215, § 257.

questa scoperta era rimasta inesplicabile. Ma l'*endosmosi* vuolsi per se medesima fenomeno *inesplicabile* (§ 2209); dunque risolviamo un dubbio con un altro e la quistione, oltrecchè a stima dello stesso JUSSIEU l'endosmosi e la capillarità non sono le sole forze che determinano l'ascensione continuata della linfa (1), è quistione che, se non veggo assai torto, dee essere ponderata nel modo che discorrendo della SOSTANZA ORGANICA (2) farò manifesto.

2214. È però questo infrattanto da ritenere. È necessaria

1. Eterogeneità fra i liquidi = quindi non endosmosi tra acqua ed acqua.
2. Attevolezza loro a mescolarsi = non tra acqua ed olio.
3. Membrane organiche, o se lamine minerali, assai porose.
4. Tutti gli acidi con acconcia densità generare *endosmosi* dall'acido verso l'acqua.
5. L'effetto dell'*endosmosi* in generale proporzionarsi all'area del diaframma.
6. Più pronto cotesto *trapelamento* in generale, quanto più denso il liquido rinchiuso.
7. L'abbassamento di temperatura favorire l' *endosmosi* verso l'acqua: l'elevazione di quella, favorirla verso l'acido.
8. La membrana animale promuovere l'*endosmosi* dall'*acido ossalico* verso l'acqua e la membrana vegetale dall'acqua all'acido, e ciò per altri acidi.

Poscia indagheremo altre condizioni (3) e dovremo conchiudere; che se torna commendevole spiegare quanto si possa le quistioni fisiologiche colla scorta dei generali principi della fisica, è debito eziandio assai cautamente applicarli, e riguardarsi dal sostituirli per modo assoluto alla misteriosa potenza della forza vitale.

Art. VI. Vapori e Gas.

2215. Più lo spazio s'abbrevia e più s'accresce la folla delle nozioni cui vorrei pure almeno iniziare l'agronomo. Egli non s'attenda perciò di trovare in questo CAPITOLO quanto può e dee apprendergli la scienza della FISICA. Però non perda pazienza; conciossiacchè quant'altro gli è più necessario a sapere intorno per esempio ai *solidi*, gran parte lo rinverrà nel IV LIBRO della GEONOMIA e

---

(1) Il DE CANDOLLE rifletteva assai saggiamente; *la cause de l'ascension de la Sève doit être liée à la vie: c'est une des conséquences de la force vitale..... Comparez la manière lente, faible, et graduée dont l'eau s'infiltre dans le bois d'un tronc mort, et la rapidité avec laquelle elle s'élance au sommet sur un arbre vivant...* DE CANDOLLE. Physiologie végétale. PARIS 1832, pag. 102 e 103.

(2) *Elle (la théorie de la gravitation) mène à la solution des problèmes de la capillarité et de l'*endosmose. HUMBOLDT *Cosmos*. PARIS 1851, Tom. III, pag. 22-23. Dopo questa sentenza saranno avventate le mie dubitazioni tendenti a distinguere i fenomeni puramente fisici dai fisiologici?

(3) Di recente il GRAHAM ha inventato l'OSMOMETRO, strumento per misurare lo stato di diffusione de' sali nell'acqua a traverso membrane porose. Tra i fatti più curiosi ne risulterebbe la perfetta negazione della *esosmosi!* Le soluzioni poi più diffusibili a traverso tali membrane, sono pel GRAHAM le combinazioni d'alcali con acidi vegetali; fatto (come sarà palese pel V LIBRO nella fisiologia delle piante) importantissimo. V. L'INSTITUT 1 Décembre 1852, N.° 987.

così nel III della IDROLOGIA AGRARIA rispetto ai liquidi; e per lo studio degli *aeriformi* n'avrà più compiuto ragguaglio nel II LIBRO contenente l'agricola METEOROLOGIA. Laonde mi terrò brevissimo in questo ARTICOLO; quel ch'è bastevole per essere poscia compreso nelle speciali investigazioni agrologiche. E per cominciare, che saprò dirgli dei *Gas* e de' *Vapori* ? Sono eglino due diversi stati della sostanza materiale? ed allora perchè soli tre stati se ne annoverano dai fisici, cioè *solidi, liquidi,* ed *aeriformi,* quando poi quest'ultimi hanno in *vapori* e *gas* a bipartirsi ?

2216. Vapori e Gas. Alla quale obbiezione antivedendo, mi provai pel III° del § 2023 a dimostrare l'essenziale differenza molecolare tra lo stato di *vapore* e quello di *gas*, ed ora soggiugnerò distinguersi queste due modificazioni dello stesso stato della materia con questa fisica designazione.

VAPORE è il *fluido aeriforme*, che sotto lieve diminuzione di calore o leggero aumento di pressione, ritornasi a liquidità.

GAS quello che per cambiare stato richiede abbassamento rilevantissimo di temperatura, o pressione gravissima, e perciò nelle ordinarie e comuni circostanze di temperatura e di pressione, si conserva *aeriforme*.

Questa la distinzione dei fisici: io però tengo (e il chiarirò più sotto al § 2224) potersi considerare di certa guisa i *vapori* come *gas impuri*, ed i *gas* quasi *vapori purificati*.

2217. Permanenti ed instabili sieno infatti gli *aeriformi*, e quelli dicansi *gas* e gli altri *vapori*. Ma molti *gas* a forza di comprimerli, come ho detto, passano allo stato liquido e lo stesso accade coll'abbassamento di temperatura. Laonde colla pressione aiutata dal raffreddamento si arriverà a liquefar l'aria eziandio. Soltanto essa è da porre tra i gas *permanenti*, perciocchè i suoi componenti principali sieno aeriformi *stabili*, o *permanenti*, cioè naturalmente non riducibili allo stato liquido o solido; ma l'aria contiene pure effluvii, e soluzioni, e particelle di materia esilissime che per naturali diminuzioni di temperatura perdono parte della loro espansibilità, è riduconsi in goccioline o tenuissimi globuli, e sì visibili che alterano la trasparenza dell'atmosfera in cui rimangono sospesi.

2218. Come l'acqua tra i *liquidi* è il più importante per l'uomo (§ 2106), così l'aria l'è tanto tra gli *aeriformi*, che ne occorre studio speciale, al II LIBRO riservato. In essa siamo immersi e viviamo, nè senza di lei havvi esistenza possibile di piante o d'animali. Alimento per così dire della combustione, diffusa e penetrante nell'interno di tutti i *solidi* e *liquidi* (perciocchè aria contengano sin l'oro, l'acciaio, il ferro, ecc. e l'acqua) essa gratuitamente muove i mulini a vento, e fa trascorrere pei mari i navigli. Ma delle sue speciali proprietà meglio a quel II LIBRO: ristò di presente, alle generiche de' fluidi aeriformi, alla statica e dinamica loro: onde parlerò le

[1] **Proprietà generali.**
[2] **Statica degli aeriformi o areostatica.**
[3] **Dinamica degli aeriformi o areodinamica.**

Noti l'agronomo che l'aria non è un solo gas o vapore: egli dee considerare l'atmosfera come un mare nel quale s'eleva e commischia quanto

alla superficie della terra passa dallo stato solido o liquido all'aeriforme; della stessa guisa l'Oceano è il grande serbatoio delle parti solide e liquide che dalla superficie terrestre l'acque travolgono ne' suoi abissi.

[1] Proprietà dei fluidi aeriformi.

2219. Pochi corpi trovansi in natura nello stato di gas ossia permanentemente *aeriformi*. L'*azoto*, l'*acido carbonico*, l'*idrogeno*, l'*ossigeno*, de' quali principalmente l'aria si compone, e ch'entrano nella composizione di tutti gli esseri organici, sono i più comuni: la chimica ne svelerà parecchi altri, quasi tutti però in combinazione con alcuno de' quattro mentovati.

1. Proprietà generiche.

2220. La **presenza** de' *vapori* e de' *gas*, ossia l'esistenza loro si rivela ai sensi: lo si vedrà chiaramente parlando dell'aria (LIBRO II), mentre poi l'introduzione o aggiunta in essa di qualche gas oltre i quattro anzidetti, o l'alterazione di quantità di alcuno de' medesimi, generalmente vi si appalesa per singolari spiacevoli sensazioni. Il fetore, o talvolta la promossa difficoltà di respirazione, svelano ad esempio i gas che si svolgono da materie putrescenti, da latrine, da paludi ecc. e la CHIMICA AGRARIA il chiarirà meglio segnalando i caratteri e proprietà speciali de' medesimi. D'altra parte il potere illuminante d'alcuni gas ne rende sensibile non solo la loro presenza, ma insegnò l'arte utilissima di produrli, o a meglio dire di svolgerli da diversi corpi.

2221. Di **colore** mancano in generale i fluidi aeriformi, onde riescono la maggior parte invisibili. Il *cloro* però ha color giallo-verdognolo allo stato nascente e il vapore d'*iodio* lo ha violaceo: amendue si manifestano con questi colori anco in piccoli volumi, mentre l'aria ci dimostra solo per avventura il colore azzurro nel grande ammasso dell'atmosfera (1).

2222. **Liberi** (oltre l'aria, l'*acido carbonico*, l'*idrogeno* il *cloro* e qualche altro) rado s'incontrano i fluidi aeriformi. Però l'aria è mescolanza (non *combinazione*) di gas *ossigeno* e d'*azoto*, oltre una immensa quantità di vapori, e altri gas, nè tutti certo avvertiti.

2223. **Pesanti** sono i *gas* e *vapori*, e che l'aria il fosse anco gli antichi non isconobbero (§ 1980), benchè il primo a dimostrarlo sperimentalmente sia stato il CARDANO e dipoi GALILEO verso l'anno 1640 (2). Questi calcolò l'aria 400 volte più leggera dell'acqua, mentre col sussidio della *macchina pneumatica*, ideata dal VON GUERIK 10 anni dopo, si giunse a rettificare quelle prime estimazioni e ad ottenerne di esatte anco per gli altri fluidi aeriformi.

---

(1) LEONARDO DA VINCI non mancò di notare le variazioni che induce, nel colore naturale de' corpi veduti a grandi distanze, il colore dell'aria sempre più sensibilmente azzurro quant'è maggiore la massa dell'aria interposta tra l'occhio ed i corpi medesimi. V. LEONARDO DA VINCI. *Trattato della Pittura*, e PETRINI, *De' colori accidentali della Luce*.

(2) Il CARDANO congbietturò il peso dell'aria 50 volte minore di quello dell'acqua: risultato da lui stesso dichiarato inesatto, ma comprovante ch' egli il primo tentò di determinare il peso dell'aria coll'esperienza.

2224. **I vapori**, sotto la più comune significazione sarebbero i più facilmente visibili, pesanti, e agevoli in somma a riconoscere. Il fumo svolto dai liquidi riscaldati, è vapore: ma se il vapore acqueo intorbida la trasparenza dell'atmosfera (§ 2217), e il riconosciamo perfettamente quando in forma di nebbia, o di nuvole, n'esiste però continuamente nell'aria senza che poco o punto ce ne accorgiamo. Nè solo da liquidi riscaldati svolgesi vapore, perciocchè lo stesso ghiaccio, come s'avvertì, esposto all'aria va evaporandosi alla sua superficie. La distinzione fisica (§ 2216) tra i vapori e i gas è la prontezza ed agevolezza colla quale i primi riassumono lo stato di liquidità da cui d'ordinario procedono, mentre la liquefazione dei gas si consegue solo e per avventura non anco compiutamente di tutti, mercè ingegni speciali, e complicati. Ma la distinzione ch'io m'avrei per la più essenziale, importantissima poi pegli studi agrologici, è la presenza ne' vapori di materie eterogenee, laddove i gas non contengono, o direi quasi racchiudono, che i soli elementi di cui si compongono. Il vapore è forse costantemente associato, o tiene quasi in sospenso o dissoluzione materie estranee. Così i vapori che sollevansi dal mare contengono sale; quelli delle paludi, materiali organici o inorganici, miasmatici; e via dicendo come m'ingegnerò di argomentare nella Chimica agraria.

2225. La **liquefazione** dei gas si ottiene mediante apparecchi dovuti al Davy ed al Faraday, ed è ingegnoso il metodo del Thilorier, il quale ripone in un vaso assai robusto di metallo due fragili recipienti, l'uno contenente *carbonato di soda*, ed *acido solforico* l'altro. Chiuso a dovere il vaso metallico, collo scuoterlo i recipienti interni si frangono; l'*acido* trovandosi col *carbonato* reagiscono sì forte da svilupparsi in quantità enorme di gas che racchiuso in quel piccolo spazio soffre tal pressione contro se stesso prodotta, da liquefarsi.

2. Alcune applicazioni.

2226. La **importanza presente e futura** de'gas e vapori nella nuova scienza agrologica è più facile a concepire che a descrivere. Dico a concepire quando si conoscano appieno le proprietà speciali de' medesimi, e l'influenza loro nel Meccanismo della produzione (Libro VII). Se riguardiamo ai presenti vantaggi ad esempio offerti dai vapori, chi non conosce l'applicazione loro nel far riscaldar l'acqua, gli appartamenti, le serre e qualsiasi oggetto mediante la condensazione de' vapori acquei? i quali nel riassumere lo stato di liquidità svolgono quantità di calore capaci di riscaldare fino al grado di ebollizione una massa d'acqua 5 volte maggiore di quella da cui furono originati. Chi poi non sa come dalla *tensione* de' vapori stessi sgorghi quella forza prodigiosa onde le *macchine a vapore*?

Per l'agricoltura ambo le precedenti applicazioni richieggono a dir vero uno sviluppo quasi affatto nuovo. Similmente è a dire sul vantaggiare dei gas: perciocchè l'applicazione diretta de' medesimi, valendosi o dell'immenso loro serbatoio ch'è l'atmosfera, o delle tante altre sorgenti che in ispecie la risoluzione de' corpi organici offre continuo all'agronomo (che sappia raccoglierli ed anche promuoverne lo sviluppo) è tra i più cospicui e principali progressi, onde, come si vedrà in suo luogo, la nuova scienza agrologica dee informarsi e

mutare in gran parte, con passi misurati lenti, ma notevoli ed utilissimi, la stessa pratica, o voglio dire, arte agronomica.

2227. **Gas e vegetazione.** Perchè poi l'agronomo cominci a rilevare la essenziale costituzione di questa nuova scienza agrologica che pel VII LIBRO verrà dischiarata, ponga mente per ora all'influenza del solo *gas ammoniaco*, dalle ultime sperienze del VILLE recata a cospicua luce ed insegnamento degli agronomi.

Se in una *serra* aggiungasi soltanto una dose di *ammóniaca* di quattro parti sopra diecimila d'aria, tra pochi giorni le foglie di colore verde pallido acquistano colore sempre più cupo ed intenso; i peziuoli s'allungano, s'ergono, la loro superficie divien larga e brillante. I frutti o ricolti ottenuti nel 1850 nell'aria pura, hanno dato in peso gr. 64, 19, mèntre nell'aria per così dire *ammoniacata* raggiunsero gr. 110, 06. Nel 1851 furono nell'aria pura gr. 68, 72, nell'aria con *ammoniaca* gr. 155, 20. Nel 1852 trenta semi di frumento produssero nell'aria naturale gr. 11, 86 di paglia e 47 grane che pesavano gr. 1, 06: nell'aria *ammoniacata* gr. 21, 99 di paglia, e 75 grane che pesavano gr 1, 89. La propórzione poi d'*azoto* tornò quasi quattro volte maggiore ne' ricolti dell'aria *ammoniacata*.

A suo luogo sarà indagato come l'impiego dell'ammoniaca allo stato di gas possa applicarsi in *parecchi casi* all'agricoltura de' campi e di qual modo, e con quali cautele, affinchè non s'abbiano a conseguire per l'opposito effetti stemperati, o dannosi. Intanto l'agronomo tenga per avverató, che la sola aggiunta di gr. 0, 04 di *gas ammoniaco* per ogni metro cubo d'aria, imprime alla vegetazione uno sviluppo meraviglioso (1). Certamente il far questo all'aria aperta dee sembrare paradosso: ma per ora il lettore dee tollerare di sospendere il suo giudicio finchè avrà letto il VII LIBRO accennato.

2228. **Gas e luce.** Non è di quest'Opera lo intrattenersi de' sommi vantaggi recati dall'applicazione del gas alla illuminazione. Quando *gas illuminante* ricavasi mediante distillazione del carbon fossile, rimangono *prodotti ammoniacali* che l'agricoltura può adoperare quali concimi molto energici ed economici, quante volte le officine del gas sieno acconciamente disposte per offerirli nello stato in cui l'agricoltura può vantaggiarne. Una sperienza in grande fatta dal CROLL sarà in suo luogo memorata, parendomi assai degna di studio, perciocchè l'impiego di que' *prodotti ammoniacali*, senza eccedere il dispendio dell'ordinaria concimazione, aumentò il raccolto del frumento nella proporzione di 95 a 131 (2). Io stesso ho sperimentato più volte il rigoglio straordinario delle piante di gelso esposte ad effluvii gasosi di masse di letame collocate in prossimanza alle medesime, senza che le loro radici risentissero da questo alcun diretto beneficio.

2229. Le **proprietà tutte** de' gas e vapori sarebbe lungo e malagevole annoverare, in ispecie perchè più specialmente se ne occupa la CHIMICA, ben-

---

(1) VILLE. *Recherches expérimentales* ecc. (III partie). *Influence de l'ammoniaque ajoutée à l'air sur le développement des plantes*. Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tome XXXV, pag. 650-654.

(2) Economista. MILANO, Sett. 1855.

chè subbietto pure della FISICA. Infatti, ad esempio la CHIMICA potrà insegnare l'azione dei gas nocivi alla vegetazione (1); che l'*idrogeno solforato* come il *gas nitroso*, il gas *acido muriatico*, i vapori dell' *acido nitrico* sono violenti veleni pei vegetabili: ma occorre la cognizione fisica eziandio, cioè che i vegetabili non si trovino esposti alla luce, e che, in ispecie ove si tratti di distruggere la crittogama cui si attribuisce il *calcino* de' bachi da seta, è necessaria una artificiale o naturale umidità che ne imbeva le *sporule* dove si trovassero, per divenire, come osserva il BELLANI, idonee ad assorbire il veleno capace di farle perire. E stringendomi alle sole proprietà fisiche del vapore, non so tacere intorno le seguenti.

2230. Un'**applicazione del vapore** di sommo momento sarebbe lo spegnimento degl'incendi. È celebrato dai giornali l'apparecchio del PHILIPPS sperimentato nel Maggio 1850 a LONDRA nell'officina a gas del VAUXHALL (2). La CHIMICA AGRARIA (CAP. IX) nel mentre svelerà di qual guisa possa il vapore estinguere un incendio, ne porgerà luce sul valore reale pratico di quest' applicazione. Più sotto dirò dell'altra massima applicazione del vapore, come forza motrice. Ora mi limiterò ad accennare un'altra proprietà veramente singolare del medesimo.

2231. **Vapore e disseccamento.** Quantunque paia un paradosso, il vapore d'acqua può servire all'essiccamento del legno. Eccone una spiegazione. Il vapore sviluppato alla temperatura superiore di qualche grado ai 100° è dipoi elevato, senz'addizione d'acqua, a temperatura di 200, o 250 gradi. Allora non essendo più *saturato*, ha invece facoltà di disciogliere una grande quantità d'acqua, e perciò d'assorbire quella che il legno cede in forza di quella temperatura. Però questo fenomeno si può spiegare coll'eccesso di calore del vapore a confronto di quello del legno, onde in questo diffondendosi per ragione d'equilibrio, dee naturalmente vaporizzare l'acqua in esso legno contenuta. Giova quindi conoscere i singolari effetti ottenuti da quest'applicazione del vapore per meglio argomentare l'accennata spiegazione.

Preparò il VIOLETTE pezzetti di legno di quercia, di frassino, d'olmo, di noce e d'abete, d'un centimetro di squadratura, e 20 di lunghezza, e gli espose a una corrente di vapore formato alla tensione di mezza atmosfera, e gradualmente elevata a 125, 150, 175, 200, 225 e 250 gradi. Pesati prima e dopo essere stati per due ore esposti a queste temperature, riposti in vasi ben turati, e pesati di nuovo, offerirono i seguenti risultati.

1° Le perdite di peso, effetto dell'essiccamento, crebbero coll'aumento della temperatura.

---

(1) MACAIRE. Bibl. Univ. de GENÈVE. 1832, Tom. 1, pag. 49.

(2) Posto il fuoco a vasta fabbrica di legno leggero e coperto di pece e trementina, alla cui estinzione l'acqua non avrebbe bastato, il PHILIPPS con una sua macchina slanciò sull'incendio il vapore gasoso, e in mezzo minuto la fiamma era spenta, ed arrestata la combustione. Per provare che il vapore non era dannoso, il PHILIPPS salì ne' granai, passò e ripassò con candela accesa ecc. L'apparecchio è una specie di grande caffettiera, composta di tre scatole l'una entro l'altra, e comunicanti tra loro. Si versa acqua nel fondo dell'apparecchio, e nella scatola centrale si ripone un pane simile nel colore anco alla pece, contenente una boccetta d'acido solforico, e certa quantità di cloruro di potassa. Rompesi la boccetta, e da un'apertura laterale sorte l'enorme quantità di vapore che si sviluppa. PRESSE, 28 *Mai* 1850.

2° Cotali aumenti variarono a norma della qualità de' legni; così a 175 gradi l'olmo e la quercia perdettero un terzo del loro peso; a 250 gradi la metà: il frassino e il noce un quinto a 175, e due quinti a 250; l'abete un sesto a 175 e un terzo a 200.

3° Il colore di questi legni si mantiene sino a 175: di là sino ai 200 si modifica leggermente, e dai 200 ai 250 va scurando in guisa che a quest'ultimo limite il legno di quercia è già nero.

4° Il cangiamento di colore indica la formazione di una certa quantità di *catrame* nella massa del legno, che deve riuscire efficace a conservarlo.

5° La resistenza alla rottura aumenta, benchè la *squadratura* diminuisca notevolmente. Tale resistenza diviene massima a dati gradi di temperatura, cioè tra i 150 e 175 per l'olmo; tra i 125 e i 150 per le altre specie. Inoltre quest'incremento di tenacità è di due terzi pel *frassino*, di 5|9 per la *quercia*, di circa 1|2 pel *noce*, di 2|5 per l'*abete*, e di oltre 1|3 per l'*olmo* (1).

Quasi tutti questi effetti probabilmente possono ottenersi esponendo que' diversi legni alle temperature mentovate; ma il 3° e il 4° richieggono per avventura quel concorso del vapore acqueo, dal VIOLETTE così favorevolmente sperimentato.

Della **elasticità**, e della **compressibilità** farò cenno nel discorrere delle proprietà *statiche* e *dinamiche* degli aeriformi: dell'altre proprietà speciali è più razionale ed acconcio favellare nella CHIMICA AGRARIA.

[2] Statica degli aeriformi o areostatica.

2232. **Aeriformi e liquidi.** Generalmente parlando, le proprietà *statiche e dinamiche* degli aeriformi si coordinano alle leggi che presiedono ai liquidi. Se non che a differenza di questi, voglionsi gli aeriformi assaissimo compressibili ed elastici, ed oltracciò dotati d'espansibilità che i liquidi non posseggono. Però è incomprensibile che la Natura abbia assegnato due pesi e due misure pei liquidi e per gli aeriformi: lo chè i fisici non mi consentiranno, ed io mi proverò d'argomentare più sotto circa la *compressibilità ed elasticità* de' gas e vapori, governate dalle stesse leggi che i liquidi. Se l'espansibilità (la quale è l'effetto dell'elasticità, e non proprietà speciale) non si ravvisa ne' liquidi, gli è ben ovvio ch'e' non possa essere altrimenti, perciocchè nella espansione loro passano allo stato di aeriformi. Prima però di procedere oltre, per attenere le promesse del PRODROMO, stando cioè al supposito che molti de' lettori sieno affatto digiuni delle scienze onde informasi l'AGROLOGIA, è mestieri che io descriva lo strumento di FISICA essenziale nella investigazione di fenomeni ed effetti, ai fluidi elastici pertinenti.

I. Macchina pneumatica.

2233. La **Macchina pneumatica** non è strumento indispensabile da possedere per l'agronomo; molto utile però quando voglia addentro penetrare i misteri della vegetazione; sempre poi necessario conoscerne la struttura. Nel § 1953 s'è cennato del *vuoto pneumatico*; per comprenderlo a dovere dirò

(1) TECHNOLOGISTE. X année, pag. 38-39 (Vedi anno 9, pag 266 e 580).

del vuoto che più ancora s'accosta all'*assoluto*, fatta astrazione dalla *sostanza eterea* ognora insistente.

2234. Il **vuoto Torricelliano**, cioè lo spazio affatto affatto privo di sostanza materiale, ognuno da sè il può agevolmente sperimentare. Un tubo di cristallo, lungo un metro almeno, ermeticamente chiuso da un capo, riempiesi a somma di mercurio puro ed asciutto. Turandolo diligentemente col pollice *c* (fig. 593), e capovolgendolo, immergesi nel mercurio contenuto in una vaschetta V, ritirando il pollice solo quando sommerso entro questo mercurio medesimo. Al levare del dito, il liquido discende sino ad un punto *a*, e d'ordinario l'altezza del mercurio interno nel cannello, come sarebbe *m a*, suol aggiugnere 76 centim., o vuoi 760 millimetri. Rimane perciò quel pezzo di tubo *a b* vuoto d'ogni materia ponderabile, se facciasi astrazione da tenuissima quantità di vapore che il mercurio stesso per la sua superficie *a*, non più sottoposta a pressione atmosferica, dee per avventura svolgere dalla superficie medesima.

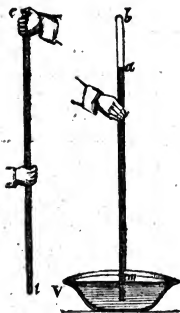
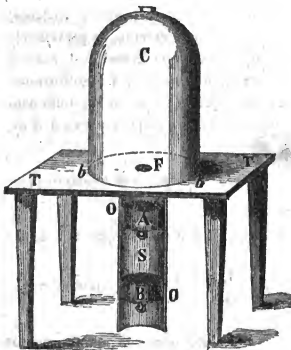
Fig. 593.

2235. Il **vuoto pneumatico** risulterebbe di questo modo (1). Sopra un tavolo T T riposi la campana di cristallo C (fig. 594), ma di guisa acconciata nella sua base e contorno *b b* che punto aria non vi possa mai penetrare. Sia nel tavolo entro la campana il foro F, che passi traverso l'asse e comunichi con cilindro o tubo OO di metallo, connesso per di sotto al tavolo stesso in modo da non lasciar penetrare aria in minima quantità entro il tubo, nè quindi entro la campana, con cui comunica mercè il foro F. Nello stesso cilindro o tubo OO, uno stantuffo A possa discendere, senza lasciar minimo accesso ad aria esterna nel tubo medesimo. Così stando l'apparecchio, fate modo che lo stantuffo A prenda il posto B. L'aria contenuta nella campana C è forza si

Fig. 594.

(1) Oltre il mezzo che ora descrivo di vera estrazione dell'aria, a produrre il vuoto serve la espulsione della medesima mercè una corrente di vapore d'acqua, il quale nel condensarsi lascia un vuoto più o meno compiuto. Inoltre hannovi combinazioni chimiche d'analogo effetto. Il FONTAINE al vapore d'acqua sostituì l'acido carbonico che con un alcali è facilmente assorbito. *Compt. R. Ac. des Sciences*. Tome XXXIV, pag. 408 (13 Mars 1852).

distenda, e si espanda anche in quella porzione S di tubo che lo stantuffo A lasciò in sua comunicazione mercè il foro F. Ora siavi una chiavetta, una valvola, un ingegno che il chiuda quel foro F. Se ad esempio erano nella campana 3 chilogr. d'aria, e quella porzione S di cilindro abbia capacità eguale alla metà di quella della campana, dovrà un chilogramma dell'aria ch'essa conteneva, insinuarsi nel tubo S: e chiusa quella comunicazione F ne rimarranno intercettati solo 2 nella campana C. Se io posso sospignere di nuovo lo stantuffo in A, lasciando intanto scappare all'esterno per un foro fatto nel medesimo, quel chilogrammo d'aria ch'era nella porzione S di tubo, rimetterò l'apparecchio nella condizione di prima, in fuori che la campana conterrà solo 2 chilogrammi d'aria in vece di 3 che nel primo supposito racchiudeva.

2236. Se dipoi io replichi la discesa dello stantuffo A, costringerò que' 2 chilogrammi rimasti nella campana a distendersi anco per la porzione S del tubo O O. Ma non ve ne discenderà più quanto la prima volta, perciocchè ne passerà in esso un terzo del totale attualmente contenuto nella campana, cioè un terzo di 2 chilogrammi, vale a dire chilogr. 0,666. Ripetendo la chiusura del foro F, rimarranno dunque imprigionati nella campana solo chilogr. 1,333, giacchè $2 - 1/3 = 1,333$: quindi con nuova spinta dello stantuffo ne sottrarrò un altro terzo, che sarà chilogr. 0,444 e via dicendo.

2237. **Calcolo degli effetti.** A quel tubo verticale sostituitone uno a gomito, al foro F applicata una valvola convenevole, e mano a mano fatte tutte le modificazioni sino alla superba invenzione di Ottone Von Guerike, colle aggiunte e perfezionamenti in ispecie del Belli e del Dall'Acqua, come descriverò con più agio nel II Libro, si perviene alla macchina rappresentata dalla fig. 595, di cui allora dirò gli opportuni dichiaramenti insieme alle applicazioni da tener in conto ne' meteorologici studi. Partendo però dall'informe congegno sopradescritto, e pervenendo alle più belle e perfette macchine, gli è sempre vero che conseguesi solo il vuoto *pneumatico*, non il *torricelliano*, giammai poi l'*assoluto*. La sottrazione d'aria seguirà sempre la stessa legge; cioè se il primo colpo di stantuffo aspirò dalla campana e sottrasse 1/3 dell'aria, il secondo colpo aspirerà 1/3 de' rimasti 2/3,

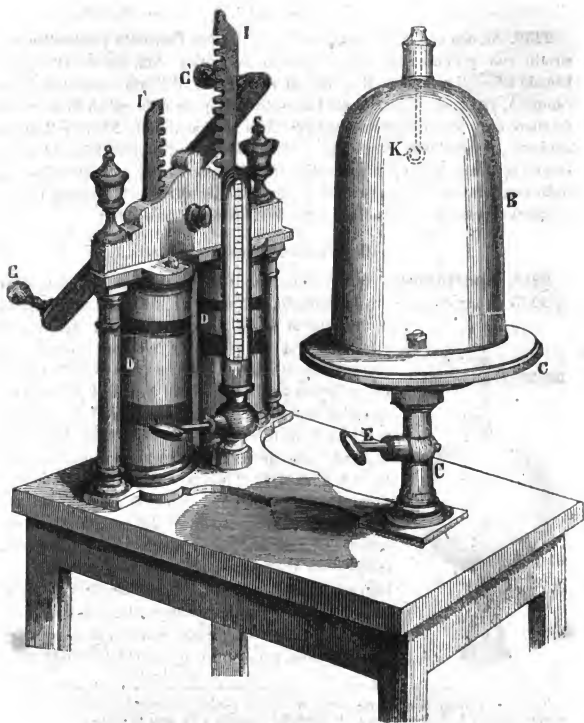
$$\text{cioè } \frac{2}{9} \text{ per cui restano nella campana } \frac{2}{3} - \frac{2}{9} = \frac{4}{9}$$

de' quali il terzo colpo aspirerà 1/3, cioè

$$\frac{1}{3} \times \frac{4}{9} = \frac{4}{27} \text{ onde rimangono nella campana } \frac{4}{9} - \frac{4}{27} = \frac{8}{27}.$$

Dal che scorgesi le quantità rimanenti d'aria, dopo il I°, II°, III° ecc. colpo di stantuffo risultare

$$\begin{array}{ccccc} \text{I}^\circ & \text{II}^\circ & \text{III}^\circ & \text{IV}^\circ & \text{V}^\circ \\ \frac{2}{3}, & \frac{4}{9}, & \frac{8}{27}, & \frac{16}{81}, & \frac{32}{243} \text{ ecc.} \end{array}$$

Fig. 595.

2258. Ma se il lettore rammenta gli studi premessi d'ARITMETICA AGRARIA (§ 224 e seg.) troverà facilmente che

$$\frac{4}{9}=\left(\frac{2}{3}\right)^2 \;;\; \frac{8}{27}=\left(\frac{2}{3}\right)^3;\; \frac{16}{81}=\left(\frac{2}{3}\right)^4 \text{ ecc.};$$

dunque generalmente chiamando r la capacità del recipiente della campana; c quella del cilindro o tubo che vi si pone alternatamente in comunicazione,

onde $r+c$ sarà la capacità complessiva; la densità d, cui si troverà ridotta l'aria dopo un numero n di colpi di stantuffo, sarà espressa dalla formola (1)

$$d=\left(\frac{r}{r+c}\right)^n.$$

2239. Se non che la esposta formola presuppone l'apparato pneumatico costrutto con perfezione assoluta, e perciò in pratica difficilmente ottenibile. Laonde affine di conoscere il grado di *rarefazione* dell'aria contenuta nella campana, ricorresi al sussidio del barometro, del quale cade quindi in acconcio favellare nello investigamento della pressione degli aeriformi. Nè cotesti studi abbiansi per infruttuosi, conciossiachè la distillazione e l'evaporazione nel vuoto recano economie rilevantissime nelle rurali fabbricazioni di *prodotti alcoolici*, dello zucchero ecc.; e gran parte delle macchine idrauliche ed idropneumatiche da queste investigazioni trae luce nella esplicazione de' loro effetti.

II. Pressione e *Barometro*

2240. **Sperimenti.** Quella campana C dell'apparecchio pneumatico (§ 2235) prima di fare agire lo stantuffo, può sollevarsi senz'altro sforzo che lo equivalente al di lei peso: ma quando cominci ad estrarsene aria nel modo già indicato, essa rimarrà così aderente al piano su cui poggia, da richiedere forza notevolissima per distaccarnela. Nel 1650 Ottone Von Guerike unì due emisferi vuoti di metallo, costrutti a modo da formare congiunti un globo solo. Dal quale togliendo aria mercè l'apparecchio pneumatico, non bastò la forza di 16 cavalli per distaccare l'un dall'altro i due emisferi. Se si provi infatti con due emisferi A e B (fig. 596) del diametro di soli 12 centimetri, occorre per disgiugnerli un peso P di circa 60 chilogrammi. Quando sia esattamente adattato A a B, mediante il tubo con chiavetta C col soccorso della macchina pneumatica (mercè la comunicazione pel tubo stesso coll'interno del globo A B) levasi aria quanto si può; indi sospendendolo pel gancio G, non solo l'emisfero A

Fig. 596.

(1) Il che poteasi dimostrare anche di questo modo: chiamando d', d'', d''' ecc. la densità dopo il 1, 2, 3 colpo ecc. di stantuffo, essendo 1 la densità primitiva, si ha

$$1 : d' :: r+c : r$$

e scemando la densità sempre nello stesso rapporto, ne consegue

dopo il 2° colpo $d' : d'' :: r+c : r$

» 3° colpo $d'' : d''' :: r+c : r$ ecc.

e quindi ancora $1 : d'''' :: (r+c)^4 : (r)^4$

d'onde $d''''=\frac{r^4}{(r+c)^4}=\left(\frac{r}{r+c}\right)^4$.

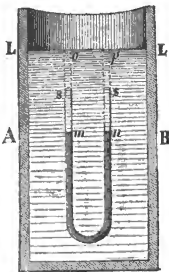
o generalmente $d^n=\left(\frac{r}{r+c}\right)^n$

sostiene l'altro B, ma richiedesi quel peso P proporzionalmente al diametro interno del globo medesimo.

Ripongasi sul piatto della macchina pneumatica una bottiglia di vetro capovolta in modo da levare pel collo di essa l'aria che contiene: a forza di estrarne si giugne ad infranger la boccia e ridurla in minuzzoli.

2241. Ora tutti questi effetti provengono dalla violenta pressione dell'aria esterna, nel primo caso contro la convessità de' due emisferi, nell'altro contro il fondo e le pareti della bottiglia. *Pressione*, la quale ove que' recipienti sieno nel loro stato ordinario, bilanciasi dall'aria contenuta ne' medesimi. Infatti se quel tubo di mercurio (§ 2234) dopo capovolto onde peschi nella vaschetta, si collochi sotto a detta campana pneumatica, mentre cominciasi a fare il vuoto, il mercurio discende, e restituita l'aria risale all'altezza di prima.

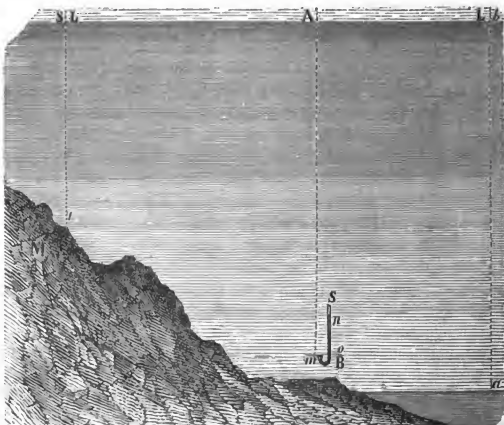
2242. Sommergasi nell'acqua contenuta nel recipiente AB il tubo SS (fig. 597) ricurvo ad U, contenente mercurio. Questo liquido si porrà al livello *m n* per ragione d' equilibrio (§ 2120). Ma è da notare che in pari tempo la superficie *m* dee sopportare egual peso d'acqua *m o*, come la superficie *n*; dunque l'equilibrio non sussiste se non sono eguali le colonnette d'acqua *m o* ed *n p*. Se per supposito la colonnetta *mo* fosse d'un liquido più leggero dell'acqua, il mercurio si porrebbe in equilibrio elevandosi più nel braccio *m* del sifone che nel braccio *n*, o viceversa se sovrastasse ad *m* un liquido più denso dell'acqua.

Fig. 597.

2243. Barometro. Il tubo adoperato per fare il *vuoto torricelliano* nel modo espresso al § 2235, quando si capovolge rimane privo in una sua parte di sostanze ponderabili, e la colonna di mercurio si livella ad altezza di 760 millimetri. Ora, il dissi, l'atmosfera non è che un mare d'aria nel cui fondo è la terrestre superficie. In questo mare sommergendo il tubo o sifone anzi descritto (§ 2242) che avverrà egli? naturalmente il mercurio si porrà nel livello *m n* perchè avrà sulle due superficie *m* ed *n* due colonne d'aria *o m* ed *n p* eguali tra loro, quante volte supponghiamo in LL il limite superiore o superficie di livello dell'aria atmosferica. Quante volte però la colonna *o m* fosse d'aria più leggera della *n p*, il mercurio dovrà nel braccio *m* S elevarsi maggiormente che nell'altro *n* S.

Immaginiamo di vedere in LL (fig. 598) il limite o livello superiore dell'aria atmosferica, e presso a terra abbiasi un tubo ricurvo S B M, il quale chiuso in S ed aperto nell'estremità ad imbuto *m*, siasi ricolmo esattamente di mercurio, ma nel modo detto al § 2235, onde nel discendere lascia vuoto quello spazio tra *n* ed S. Tolto dalla vaschetta (V della fig. 593) il mercurio non si muove semprecchè nella pozzetta *m* esso conservi il livello ch'avea nella vaschetta.

2244. Questo sifone SB è ora immerso nell'aria, in un fluido, in quel mare atmosferico, per qual ragione non esce dal pozzetto *m*, e non dibassa nel braccio

BS dal livello *n*? Perchè da un lato la sua superficie *m* sopporta il peso della colonna d'aria *m*A. mentre dall'altro la superficie *n* non è gravata da peso al-

Fig. 598.

cuno in causa del *vuoto torricelliano* (§ 2234). Quindi la differenza di livello tra *m* ed *n*, vale a dire l'altezza della colonna *on* di mercurio è equilibrata dal peso della colonna d'aria *m* A. Questa la ragione per cui a quel tubo ed agli analoghi destinati ad eguale ufficio, da *βαρος peso* e *μετρον misura* si diè nome di BAROMETRO. Strumento tanto prezioso ed anche per l'agronomo, nè composto che d'un tubo di vetro, d'un recipiente e d'un liquido. Ma se questo liquido fosse acqua invece di mercurio? allora siccome l'acqua è quasi 14 volte, cioè 13,6 più leggera del mercurio (§ 2175), la colonnetta *o n* anzichè lunga 760 millimetri, dovrebbe esserlo circa 14 volte di più, o più esattamente millim. $760 \times 13{,}600 =$ millim. 10336,00 pari a metri 10,336 circa, rispondenti ai piedi 32 parigini (metri 10,394, § 399) trovati sperimentalmente dal TORRICELLI, onde mosse questa sua meravigliosa invenzione del BAROMETRO. Il mercurio però si preferisce all'acqua; 1° perchè la colonna è tanto più piccola quant' è $760 < 10336$; 2° a temperatura ordinaria i vapori del mercurio nel vuoto sono trascurabili a confronto di quelli dell'acqua: 3° perchè la costruzione riesce assai più facile.

2245. Il **barometro a sifone** distinguesi da quello a *pozzetto o bagno* perchè gli effetti della capillarità (§ 2201) rimangono eguali ne' due rami e si elidono a vicenda: ma i due bracci deono avere diametri perfettamente eguali.

2246. Il **barometro a pozzetto** per l'enunciata differenza da quello a sifone, richiede il sussidio di tavole in cui notate le correzioni relative ai diversi diametri de' tubi.

2247. Le dette ed altre fogge di barometri appaiono nella unita figura

(fig. 599) serbando più chiari cenni pel II° Libro, ove pure noterò l'uso del *barometro a quadrante* (fig. 600) per le variazioni o così detti prognostici delle stagioni comunemente impiegato. Nè per altro differisce da quello a sifone, se non se per l'aggiunta al minor ramo, di una carrucola mobilissima, alla cui circonferenza s'avvolge un filo di seta il quale sostiene due piccole masse: l'una alquanto più grave dell'altra tocca la superficie del mercurio, l'altra le fa contrappeso. L'aria facendosi più serena e leggera, il mercurio nel minor ramo s'alza; o viceversa facendosi più densa, il mercurio in quel ramo alquanto dibassa; e in questi movimenti la massa che lo tocca trascina la carrucola nell'uno e nell'altro senso, e con seco l'ago del quadrante recasi ne' segni del *bel tempo*, del *variabile*, o della *procella*.

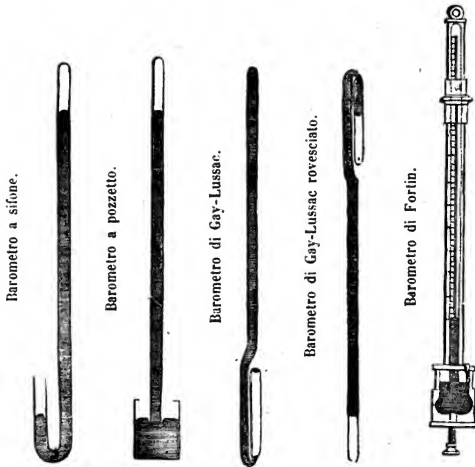
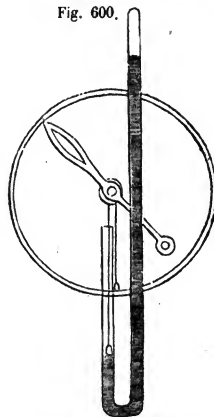



Fig. 599.

Barometro a sifone. Barometro a pozzetto. Barometro di Gay-Lussac. Barometro di Gay-Lussac rovesciato. Barometro di Fortin.

Fig. 600.

Barometro a quadrante.

2248. Applicazioni del Barometro. Da quest'ultima indicazione comprende il lettore che l'altezza del mercurio varia al variar del peso dell'aria cioè della

sua densità; variazione avvertita dal VON GUERIKE, e poscia di tanta luce nelle osservazioni meteoriche, come sarà palese pel II° LIBRO, mentre pel IV dirò della applicazione del barometro alla misura delle altezze (1). Idea luminosa del MONTANARI (2) innanzichè per avventura dello HALLEY, segnalata dal PASCAL, dipoi dai LA-PLACE, BIOT, ARAGO, ecc. e colla quale in ispecie dall'HUMBOLDT si pervenne a misurare l'altezza delle più gigantesche montagne. Del che può farsi l'agronomo pronta idea ponendo mente nella fig. 598 alla differenza dell'altezza della colonna d'aria *a b* sovraincumbente a un barometro posto in *a* al livello del mare, su quella della colonna S *t* cui soggiacerebbe un barometro in *t* sul monte M.

2249. **Pressione e peso** tuttavolta non sono da confondere, perchè l'una non è sempre identica all'altro. In questo mare di aria poi l'azione dei venti, certe maree atmosferiche, i vortici (3) e la diversa temperatura che sensibilmente influisce sulla dilatazione dell'aria non solo, ma eziandio del mercurio entro il tubo barometrico, ed altre influenze (4) esigono accorgimenti e cautele (5) che non trasanderò quandochesia di rinsegnare.

III. Peso degli aeriformi.

2250. Il **peso dell'aria** è di sommo rilievo, perciocchè nelle valutazioni de' pesi specifici degli aeriformi, prendasi quello dell'aria per unità, come quello dell'acqua pe' liquidi. Per rilevare il peso dell'aria si adopera un pallone di cristallo di nota capacità, estraesene l'aria colla macchina pneumatica nel modo descritto al § 1242, e così vuoto si pesa: di poi lasciasi che l'aria di nuovo lo riempia, e l'aumento di peso è naturalmente quello del volume d'aria eguale alla

---

(1) Per farsi un'idea di confronto tra il metodo di valutare le altezze colle misure trigonometriche e quello di determinarle col barometro, può servire l'esperienza fatta sul monte Rosa, il più alto dell'alpi dopo il monte Bianco. Il DELEROS (*Annuaire météor. de la France, 3e année*) avea dedotto dalle osservazioni trigonometriche sulla più elevata cima del monte Rosa, che la sua altezza perveniva a metri 4639,6. Quivi *Add.* ed *Herm.* SCHLAGINTWEIT recarono per la prima volta il barometro il 22 agosto 1851, e da due osservazioni fatte dedussero i numeri di metri 4636,12, e metri 4643,32, d'onde il medio di metri 4640, non discordante che di 0,4 dalle misure trigonometriche del DELEROS. Le osservazioni di confronto erano quelle di BERNA, GINEVRA, il SAN BERNARDO, AOSTA, MILANO e TORINO. Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES, 19 juillet 1852.

(2) RAMBELLI. *Int. Invenz. e Scop.* MODENA 1844, pag. 455, e TIRABOSCHI. *St. della Lett. Italiana.* VENEZIA 1796. Tom. VIII. pag. 221.

(3) I così detti movimenti *ciclonici*, o vortici atmosferici, non dipendono solo da venti energici, ma da leggeri venticelli, come apparirà dal II LIBRO, ove dirò delle importanti osservazioni del LLOYD sulla meteorologia dell'Irlanda (XXII° Sessione dell'Assoціaz. BRITANNICA *pel progresso delle scienze*, 10 sett. 1852).

(4) Sino dal 1847 fu proposto il premio di 3000 franchi dall'Accademia di Francia su questo problema « *Établir les équations des mouvements généraux de l'atmosphère terrestre en ayant égard à la rotation de la Terre, à l'action calorifique du Soleil, et aux forces attractives du Soleil et de la Lune.* Ed è stato riproposto nella Sessione 20 dicembre 1852, fissando il termine del concorso al 1° gennaio del 1854.

(5) Il BÈZE del 1690, e di poi il LEGENTIL rilevarono che a Pondichery ed a Batavia immobile si rimane il barometro nel tempo delle più furiose tempeste. Il RAMON e l'HUMBOLDT nello stabilire le ore di *maximum* e di *minimum* rilevarono differenze di luoghi gravissime. Al monte S. BERNARDO il barometro s'abbassa nell'ore in cui si alza a GINEVRA. Dagli studi dello SCHUBLER sulle fasi lunari, l'ARAGO fu mosso a ricordare quelli del HAUGUERGUES intorno l'influenza della Luna sulla pressione atmosferica, onde si convalidarono que' primi e più antichi del TOALDO.

nota capacità del pallone di vetro. Per questo mezzo si rilevò che un decimetro cubico d'aria alla temperatura del ghiaccio fondente, ed alla media pressione di 0,76, ha un peso 770 volte minore di quello dell'acqua. Ma primo di tutti, come ho detto, il Torricelli veggendo lo innalzamento dell'acqua nelle trombe salire ad un limite costante da non potersi eccedere, ne trasse la felicissima scoperta che la colonna d'acqua facesse equilibrio al peso dell'aria: quindi poi lo sperimento del mercurio e la conseguente invenzione del *barometro*.

2251. Più volte fu esplorato il peso dell'aria con cotesto strumento. Trovarono

	Altezza del barometro	Gradi del termometro R.	Peso del piede cubo d'aria
Lavoisier (1) pollici	28,00	10,00	0,086244
Brisson (2) »	27,42	15,00	0,082897
Monge (3) »	28,15	12,44	0,085656
		8,00	0,087559
Scheckbourg (4) »	27,68	12,44	0,084205
		8,00	0,086195
Medio dedottone dal Prony (5)		Lib.	0,085456

2252. Troppo dilungherci se recassi le diverse misure date dai fisici del peso dell'aria (6). Finalmente le sperienze più accurate del Biot e dell'Arago fissarono il peso dell'aria atmosferica asciutta, alla temperatura del ghiaccio che si fonde, sotto pressione di 28 pollici ossia 760 millimetri; in altri termini quando il *termometro* segna 0, ed il barometro centimetri 76, a volume eguale, 1/770 di quello dell'acqua distillata (7); lo che dà il *peso di un litro d'aria atmosferica* eguale a grammi 1,2991.

2253. I pesi specifici degli altri aeriformi più interessanti per l'Agrologia saranno memorati nella Chimica agraria. Molte volte i gas non seguono la legge de' liquidi cioè di disporsi nello stesso spazio secondo l'ordine della loro densità o peso specifico (§ 2125) lo che avviene perchè sendo diversa la quantità di sostanza eterea onde reggonsi in quello stato aeriforme, la legge di equilibrio di questa prevale su quella dipendente dalle densità singolari de' medesimi. Ammettono i fisici ch' e' si mescolino tra loro secondo questo solo principio generale che *ciascun fluido aeriforme si diffonde uniformemente come gli altri nel medesimo spazio ove diversi ne siano introdotti*, salvochè le speciali molecole non esercitino fra loro azione chimica. Difatti il *vapore ac-*

---

(1) *Mémoires de la Soc. Roy. de médecine.* Année 1782, pag. 569.
(2) *Traité des pesanteurs spécifiques des corps.*
(3) *Mémoires de l'Académie des Sciences.* Année 1783, pag. 81.
(4) *Essai sur le phlogistique de* Kirwan, traduit avec note de MM. Morveau ecc., pag. 37.
(5) *R. Architecture hydraulique.* P. P., pag. 232.
(6) Galileo la stimò solo 1/400, il Mersenne anche meno, cioè 1/130 del peso dell'aria. Il Boyle la trovò di 1/938; l'Hawhsbee 1/885.
(7) Pe' calcoli del Regnault, un litro di mercurio a zero gradi pesa grammi 13595,93, e un litro d'acqua a 4°, pesa grammi 1000,00. Ora un litro d'aria, secondo il Dumas e lo Stas, pesa grammi 1,2995, secondo il Biot e l'Arago, grammi 1,2991. L'acqua sarebbe perciò più pesante dell'aria : : 1000 : 1,2991, cioè circa 770 volte.

queo si mescola all'aria uniformemente quantunque più di essa leggero: il gas *idrogeno* e l'*acido carbonico* posti in comunicazione si distribuiscono uniformemente in uno stesso recipiente (1). Ma deesi sempre in questo effetto considerare il giuoco della forza d'*impulsione*, ed hannovi realmente casi (§ 2263) in cui il gas più pesante si conserva, almeno per tempo considerevole, nello strato che gli compete in forza della legge di gravità.

IV. Condizioni d'equilibrio.

2254. Dalla descrizione fatta del tubo torricelliano, e delle proprietà del barometro è agevole dedurre l'analogia delle materie gasose, colle liquide, nelle loro proprietà meccaniche. Se havvi una idraulica pe' liquidi, havvi similmente pegli aeriformi, fatto ragione delle differenze dovute allo stato sommamente più diviso delle molecole di questi, ed alla maggior copia e conseguente energia della *sostanza eterea* interposta tra le molecole medesime, onde la elasticità e compressibilità tanto maggiore inerente ai corpi in questo stato aeriforme su quello di liquidità. Però i fisici, almeno per quanto scorgesi in parecchi Trattati anco recenti di FISICA, fanno quasi concepire una divisione o separazione troppo pronunciata tra i liquidi e gli aeriformi, che io non so vedere nelle condizioni statiche e dinamiche, o per così dire nella meccanica de' medesimi. Il breve cenno cui fo passo offrirà prova se grossamente m'apponga, e se il desiderio di rendere più naturale e facile il comprendimento di questa parte di agrologici studi, soverchio mi distolga da principii generalmente consentiti.

2255. Le **condizioni d'equilibrio** pe' fluidi aeriformi non si riducono, come insegnasi in parecchi Corsi di FISICA a quella sola cioè che *la forza elastica sia la stessa in tutta l'estensione dello stesso strato orizzontale*, dichiarando non necessarie le due condizioni stabilite pei liquidi (§ 2120). Perchè ciò fosse converrebbe supporre gli aeriformi destituiti di peso (mentre si è dimostrato il contrario) e l'aria atmosferica sarebbe illimitata. Invece noi dobbiamo considerarla terminata (all'altezza per avventura di 60 a 70 chilometri) da una superficie concentrica a quella della Terra, appunto come quella dell'acqua nel mare (§ 1982). Dal che si comprende, diminuire la pressione dell'aria a misura ch'elevasi nell'atmosfera, ed essere la medesima assai più densa alla superficie della Terra che non a 5 o 6 mila metri d'altezza. Il corpo dell'uomo, come di tutti gli esseri organici, è ripieno d'aria e di liquidi contenuti nel corpo stesso dalla pressione dell'aria esterna. Quando questa diminuisce, que' fluidi tendono a sprigionarsene, ed ecco perchè taluni saliti a grandi altezze ne' palloni areostatici emettono sangue dalle labbra, dalle gengive, dagli occhi. Tutto adunque si regge da una identica legge pe' liquidi e pegli aeriformi, e i fenomeni del paradosso idrostatico (§ 2122) onde la costruzione del torchio idraulico, e tutti i principii statici e dinamici dell'idraulica s'acconciano all'aereostatica

(1) Quest'ultimo fatto sperimentato dal BERTOLLET dimostra esso pure che appunto attesa la diversa tensione e densità dei *gas*, la sostanza eterea non si trova ne' medesimi in identiche condizioni. Quindi siccome la forza d'espansione de' gas dipende dalla sostanza eterea, questa induce in essi quel miscuglio uniforme onde in ogni parte di esso la sostanza medesima si trovi nelle opportune condizioni d'equilbrio.

ed all'areodinamica sol che si tenga debito della maggior forza d'*impulsione* che la maggior copia di *sostanza eterea* ai fluidi aeriformi impartisce.

V. Studio delle pressioni.

2256. Pressione. L'azione della gravità non può recarsi in dubbio rispetto agli aeriformi; dopo le deduzioni fatte sul loro peso assoluto e specifico, quanto s'è investigato nel § 2112 intorno ai liquidi è da ripetere degli aeriformi, quando si ponga mente all'eccedenza dell'azione *impulsiva* sulla forza di *gravità* delle molecole più largamente disgiunte, ed immensamente più mobili negli aeriformi che ne' liquidi.

2257. La **pressione del fondo** (§ 2113) n'è troppo palese da quanto rivela il barometro, allorchè si trasporta dal livello del mare alla cima dei monti. Lo Humboldt segnala perciò la speciale vigoria del *Condor* nel reggere percorrendo co' suoi voli regioni altissime dell'aria, mentre discende anco spontaneamente sovra spiaggie a livello del mare (1). Speciale struttura d'organismo di questo enorme volatile, che nulla ha di meraviglioso, quando si pon mente al colossale cetaceo che sà guizzare ne' più profondi abissi del mare come alla sua superficie. Cotesti animali se potessero parlare, narrerebbero a certi fisici, che non si verifica pe' soli liquidi, ma eziandio per gli aeriformi la pressione sul fondo.

Tutti i corpi terrestri sono premuti dall' atmosfera in proporzione della loro superficie, ossia del peso d'una colonna di mercurio che abbia per base quella superficie e per altezza quella che il mercurio prende nel *tubo torricelliano.* Perciò a livello del mare cotale pressione atmosferica eguaglia il peso del prisma di mercurio avente per base la superficie premuta e l'altezza di 760 millimetri. Laonde sopra un centimetro quadrato, perciocchè il peso specifico del mercurio sia 13,595 in confronto dell'acqua, la pressione d'un' atmosfera equivale al peso di cent. cubi d'acqua 1033,29068 = chil. 1,03329 o prossimamente chil. 1,0333.

2258. L'aria penetra nel terreno e la scienza dell'Agrologia avea mestieri delle investigazioni dell'aria confinata nella terra, fatte dal Boussingault col Lewy (2). Dalle quali emerge nuova conferma del fatto importantissimo, che l'aria soggiornando nella terra vegetale, ne modifica singolarmente la sua composizione. Per non anticipare nozioni pertinenti al II° e IV° Libro, mi limito ad epilogare le conchiusioni dedotte dall'accennata esplorazione.

1° L'aria per mo' di dire sotto-terranea, in un ettaro di terra concimata l'anno avanti, contiene altrettanto *acido carbonico* quanto se ne rinviene in 18000 metri cubici d'aria esterna, o atmosferica.

2° Se fu concimato il terreno di recente, quella quantità di *acico carbo-*

---

(1) *C'est un phénomène physiologiquement remarquable que cet oiseau, qui dans son vol giratoire plane pendant des heures entières dans les régions d'un air si raréfié, s'abat quelque fois tout à coup, comme sur le revers occidental du volcan* Pichincha, *jusqu'au bord de la mer et traverse en quelques secondes pour ainsi dire tous les climats.* De Humboldt. Tabl. de la Nat. Paris 1851. II, pag. 44.

(2) Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. *Séances* du 29 Nov. 1852.

nico può eguagliare quella contenuta in **200000** metri cubici d'aria atmosferica.

3° Nel sotto-suolo di foresta per lo strato di **35** centimetri, lo stesso *acido carbonico* pareggia quello di **5000** m. c. d'aria naturale.

In quest'atmosfera sotto-terranea, sviluppansi e vivono le radici e vi trovano in proporzione notevole principii assimilabili, che solo in quantità estremamente piccole rinvengonsi nell'acqua e nell'aria normale. Ma per ora ne basti considerare che tutto il beneficio recato dall'aria entro terra, è dovuto alla pressione che l'obbliga a penetrarvi; dono prezioso della Natura che l'uomo dee saper aumentare, rendendo il terreno colla lavoragione atto ad imbeversi della maggior copia possibile d'aria atmosferica.

2259. **La spinta verticale** si verifica ne' fluidi aeriformi come ne'liquidi (§ **2114**). Per essa il fumo nell'atmosfera s'eleva, tutti i corpi meno di lei pesanti verso le superiori regioni del Cielo s'innalzano, e l'uomo seppe comporsi ingegni per ascendere verso gli spazi che sembravano in esclusivo dominio de' più forti volatili (1). I quali ingegni ognun comprende riferirsi ai globi aereostatici o palloni volanti, la cui costruttura non è di quest'Opera lo indagare, ma non tarderà forse molto a raggiugnere quella perfezione tante volte scongiurata e con ardimento e pericolo cimentata, cui conseguirà solo quando la meccanica degli aeriformi, e la scienza metereologica avranno raggiunto il progresso al quale ogni giorno viemmeglio s'appressano.

2260. **Pressione laterale.** Se vuoi esempio della eguaglianza di condizioni d'equilibrio pei liquidi come pegli aeriformi, senza più dilungarmi nello esame delle pressioni sia laterali, sia entro tubi o recipienti, o ambienti qualunque, considera il corpo umano. La pressione dell'aria atmosferica è chil. **1,0335** per centimetro quadrato a livello di mare (§ **2258**). L'intera superficie del corpo umano per medio si calcola metri quadrati **1,66**; quindi ogni uomo soggiace incessantemente alla pressione di chilogrammi **17,866**. Come mai regge la macchina animale, tanti delicatissimi organi, a sì forte pressione dell'aria che tutto dì li circonda ed aggrava? Per la stessa ragione che s'è detto dei corpi sommersi ne' liquidi. I corpi terrestri sommersi nell'aria atmosferica sono da lei egualmente premuti per ogni verso, e quelle pressioni fra loro s'equilibrano, come d'altronde vengono equilibrate dai fluidi aeriformi contenuti entro i liquidi, ne' tessuti cellulari, nella cute, nel tubo intestinale ed altri organi della macchina animale. Perciò nè si difforma nè schiacciasi verun tessuto comecchè tenuissimo sia d'animali o di piante, per la stessa ragione che parti anco delicatissime del colossale cetaceo (§ **2257**) reggono all'enorme pressione che deono sopportare accosto al fondo del mare.

2261. **Pressione e temperatura.** Il rapporto tra la *pressione* e la

---

(1) Tra le cime più alte è il DHAWALAGHIRI nel gruppo de'monti Himalaya dell'Asia, che si calcola elevato sul mare mi 8556. Gli areonauti salirono essi a maggiore altezza? Citansi ROBERSTON in AMERICA a metri 6597, GAY-LUSSAC a PARIGI a m. 7016, LUNARDI a NAPOLI nel 1799 a metri 7638, l'ANDREOLI a MILANO nel 1807 a metri 7925, e lo stesso ANDREOLI col BRIOSCHI a PADOVA nel 1808 a metri 8265; niuno dunque avrebbe superate le più alte montagne note. Ma il ZAMBECCARI nel suo volo a BOLOGNA nel 1803 insieme coll' ANDREOLI e col GRASSETTI ascese per avventura assai oltre, benchè appunto gli effetti di quella straordinaria elevazione non permettessero di adoprare verun mezzo per misurarla.

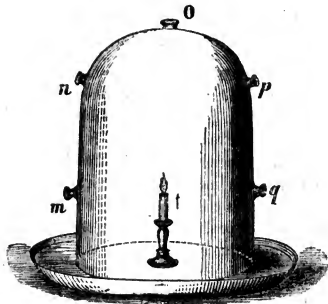
temperatura de' vapori in contatto coi liquidi che li generano, si è voluto esprimere con formole empiriche assai comode per la pratica, ma da non ritener quale espressione di una legge generale. Sentenza del Waterston (1) che più opportunamente investigherò nel II° Libro.

VI. Ambienti e aeriformi diversi.

2262. La **pressione in vasi diversi** esercitata dagli aeriformi, può similmente pareggiarsi nelle condizioni generiche a quelle dette (§ 2123 e seg.) intorno ai liquidi, sempre coordinate ai riflessi più sotto esternati sulla *tensione*, *elasticità*, e *compressibilità* degli aeriformi.

2263. L'**unione di diversi aeriformi**, replico, non si fa mercè quella semplice legge di mescolanza che ho apprezzata nel § 2253. Siccome la spiegazione del fenomeno di questa diffusione de' gas e vapori di diversa natura che ripartonsi in egual modo in uno stesso spazio, dipende dalla ragion d'equilibrio della sostanza eterea (2), perciò ne dirò nella seguente sezione. Ora però non è da trasandare qualcuna prova di quanto ho in quel § 2253 pronunciato.

Un **esempio** potrebbe offerire la famosa grotta del Cane a Napoli e gli strati d'aria mefitica nelle paludi, a comprovare quanto affermo, e dichiarerò pure uno sperimento assai facile, perciocchè mi graverebbe se l'agronomo ritenesse per esatto e generalmente applichevole quell'esposto principio dei fisici, che potrebbe fargli supporre una costante, pronta e spontanea meschianza de' fluidi aeriformi, quale soventi fiate non si verifica. Il recipiente o campana di vetro A (fig. 601), peschi nell'acqua e sia munito di 5 colli *m*, *n*, *o*, *p* e *q*. Acceso

Fig. 601.

un pezzetto di candela *f*, e poi turati tutti que' fori, la fiamma poco a poco consuma tutto l'ossigeno, e finisce per ispegnersi. Se alquanto prima sturate il

(1) L'Institut 7 Avril 1852, n° 953, pag. 111. *Sur la loi générale de densité des vapeurs saturées par* M. J. J. Waterston. Soc. R. de Londres.

(2) In forza della tendenza della sostanza eterea ad equilibrarsi il miscuglio de'gas diviene sì compiuto che spiega la composizione costante dell'atmosfera a tutte le altezze, almeno sino a 7000 metri.

collo O alla cima del vaso, la fiamma spegnesi egualmente come se nol si fosse aperto. Quando invece di levare il turacciolo O, si fosse sturato quello in *m*, sarebbe accaduto lo stesso. Di più lo aprirne due come *o* ed *n*, ovvero *o* e *p* non basta a ravvivare il lucignolo prossimo ad estinguersi. Per ottenere cotale effetto occorre aprire due di essi fori, ma situati in modo da promuovere una corrente come il farebbero *m* ed *o*, oppure *o* e *q*, *m* e *q*, o *m* e *p*, onde cacciar l'aria priva d'ossigeno ed altra introdurne.

2264. **Corpi immersi ne' gas.** Quanto avviene d'un solido immerso in un liquido, altrettanto accade de' corpi immersi nei gas. Gli è sempre il principio d'ARCHIMEDE: il corpo nel gas vi si equilibra quando il peso del gas da lui spostato eguaglia il suo peso: se il gas sia più pesante, il corpo sollevasi e tende a montare a galla del gas; se più leggiero, il corpo discende.

L'uomo immerso nell'atmosfera perde tanto del proprio peso quant'è quello del volume d'aria da lui spostato. Mille chilogrammi di *fieno* non costipato, pesano meno degli stessi mille chilogrammi, mercè forte pressione ridotti per esempio a metà del volume primitivo. Imperciocchè dal peso reale di prima è da detrarre il peso d'un volume d'aria doppio di quello ch'è da sottrarre nel secondo caso (§ 434).

Lo stesso *fieno* sott'egual volume pesato sulla cima del SEMPIONE riuscirebbe di maggior peso che a TORINO: perchè il volume d'aria spostato negli strati inferiori dell'atmosfera pesa più d'egual volume spostato negli strati più alti.

Infine lo stesso *fieno* pesato nel cuor della state pesa più che nel rigore dell'inverno; perchè l'egual volume d'aria spostato sotto l'azione del freddo, pesa più che al tempo del caldo. L'aria riscaldata a temperatura dell'acqua bollente pesa un quarto meno che alla temperatura ordinaria. Quindi l' aria a 25 gradi sopra zero pesa un decimo meno circa che a 5 sotto zero.

VII. Struttura degli aeriformi.

2265. Che sieno **gas e vapore** s'è detto a bastante, e notai pure (§ 2159) come male a proposito si confonda la *vaporazione* colla *bollizione*. I liquidi vaporizzano incessantemente in guisa che si è dubitato se tutti i liquidi potessero fornire vapore a qualsiasi temperatura (1). In ispecie il FARADAY fece conoscere alcune eccezioni. Sospendendo una foglia d'oro al turacciolo nell'interno d'una boccia contenente mercurio, tra qualche giorno la foglia d'oro divien bianca, lo che dimostra che il mercurio s'è vaporizzato: ma se la boccia espongasi a temperatura di 7 gradi sotto lo zero, cioè a —7°, la foglia d'oro non tramuta colore, onde conghietturasi non essersi punto vaporizzato il mercurio.

2266. Della **struttura** degli aeriformi è pur detto a sufficienza nell'ARTICOLO II: ricorrono però alcuni altri chiarimenti cui fo passo. E prima rimemorerò di non far troppo ragione della differenza veduta da taluni tra i *gas* e *vapori*. I vapori sparsi in uno spazio non *saturo* de' medesimi, si trovano alla stessa condizione de' gas rispetto ai mutamenti prodotti dalle variazioni di temperatura, e di pressione, che non pervengono a far loro conseguire lo stato di saturazione.

---

(1) LAMÉ. *Cours de Physique*. BRUXELLES 1838, pag. 237, § 306.

Le sostanze volatilizzate e ridotte in gas o fluidi aeriformi, altro, come ho detto, non sono che corpi solidi o liquidi ordinarii, i quali, per qualche circostanza si trovano sovrabbondantemente combinati con eterea sostanza, in ispecie con del calorico, di guisa che le loro particelle costitutive sono separate le une dalle altre da una quantità di sostanza eterea ambiente, molto più considerevole di quella che circonda le stesse particelle nello stato naturale del corpo. L'elasticità estrema della sostanza dotata d'impulsione, il cui effetto s'aumenta colla sua condensazione, e in pari tempo lo indebolirsi dell'*attrazione* reciproca o *coesione* delle particelle del corpo *materiale* (indebolimento prodotto dal loro discostamento) sono le due cause cooperanti a diminuire di tal modo la densità del corpo stesso, da ridurlo allo stato aeriforme (1). Confermasi perciò che studiando solo chimicamente e gas e vapori, senza conoscere le proprietà loro fisiche, quali diremo *statiche* e *dinamiche* (§ 2229), non ponno farsene concetti precisi ed adequati.

2267. L'elasticità de' corpi gasosi è dovuta almeno in gran parte alla elasticità del calorico, il quale quando i corpi sono in quello stato, occupa grandissima parte del loro volume (2). Dirò a suo tempo le ragioni per cui più generalmente attribuisco alla *sostanza eterea* e non al solo calorico, cotesta proprietà degli aeriformi. Quanto alla valutazione della elasticità de' vapori a confronto di quella de' gas, importa ritenere il principio dal DALTON dimostrato, cioè che meschiandosi assieme gas e vapori, la forza elastica del miscuglio pareggia la somma delle forze elastiche dei vapori e dei gas componenti il miscuglio medesimo. Dal qual principio il GAY-LUSSAC dedusse, verificandola con ispeciale apparecchio, questa legge: che la forza elastica capace di saturare un dato spazio, a data temperatura, è sempre la stessa, sia lo spazio vuoto, ovvero contenga uno o parecchi gas più o meno dilatati.

2268. L' elasticità degli aeriformi con moltissimi fatti si può dimostrare, tra' quali il più ovvio è il rimbalzo della vescica piena d'aria gettata contro un piano. Se anzi prendasi una vescica avvizza ma chiusa, e ripongasi sul piatto della macchina pneumatica, nello estrarre l'aria dalla campana, quella poca interna nella vescica si dilata, e la rigonfia sensibilmente. Se avete grappoli d'uva o altri frutti appassiti, poneteli nel piatto della macchina pneumatica, e li vedrete in breve ora riassumere la loro rotondità, come se fossero allora allora staccati dalla pianta. Lo stesso operando con vari corpi de' più compatti siccome oro, acciaio, ferro, diamante ecc., nel fare il vuoto pneumatico veggonsi bollicine d'aria uscire dai medesimi, recandosi alla loro superficie. Ponendovi invece de' liquidi come *birra*, *latte*, *alcool*, *acqua* contenuti in larghe cassule, a misura del rarefarsi dell'aria, sviluppansi dai medesimi bolle d'aria le quali nei liquidi vischiosi formansi in vescichette costituenti la schiuma. Ora perchè se l'aria è per se stessa elastica non accadono cotesti fenomeni anche fuori del recipiente pneumatico? Perchè l'aria è rattenuta ne' predetti corpi in virtù della pressione dell'aria esterna, pressione che col fare il vuoto quasi affatto si toglie.

---

(1) PRONY. *R. Archit. Hydraul.* PARIS 1790, I. Partie, pag. 556.
(2) PRONY, *loc. cit.*, pag. 554.

2269. L' **espansibilità** è la conseguenza della *elasticità* degli aeriformi o più correttamente è l'effetto della *impulsione* della grande copia di *sostanza eterea* interposta tra le molecole gasose; ma di ciò meglio in altro luogo. La *espansibilità* nel loro stato naturale, e la *elasticità* nello stato di condensazione, costituiscono la *tensione* degli aeriformi. Ma i fisici pronunziano: *la tensione è sempre eguale alla pressione che ne annulla l'effetto, nello stesso modo che* la reazione *eguaglia* l'azione. Dirò a suo luogo di qual guisa cotesta affermazione è da comprendere.

2270. La **compressibilità** dei gas è ritenuta per un carattere onde essenzialmente differiscano dai liquidi. Però mano a mano le scienze progrediscono, le credute eccezioni della Natura alle proprie leggi, scompaiono. Esempio n'offre la legge di compressibilità dell'acqua, trovata dal W. J. MACQUORN RANKINE (1). È quella stessa riconosciuta pei gas, cioè inversamente proporzionale alla densità moltiplicata per la temperatura (misurata contando dallo zero assoluto del termometro). Il RANKINE dà la corrispondente formola per la compressibilità dell'acqua, astenendosi tuttavolta dal crederla generale per tutti i liquidi, e quest'è la ragione percui non ne feci motto al § 2065. Ma fino a dimostrazione di prova in contrario, la più temperata analogia permette di ritenerlo; perciocchè se analoga legge sussiste per l'acqua e i gas, ragion vuole che più agevolmente si verifichi per l'acqua e gli altri liquidi. Non si dee poi meravigliare se della compressibilità de' gas non dissi nel trattare delle loro proprietà, perciocchè per bene apprezzarne il valore, d'uopo era conoscere prima le condizioni d'equilibrio, e di pressione de' medesimi.

2271. La **legge di Mariotte**, di poi estesa a parecchi gas dal FONTANA, è questa:

I volumi dei gas sono nella ragione inversa delle pressioni cui soggiacciono; quindi

Le densità dello stesso gas sono proporzionali alle pressioni.

Questa legge è assai semplice, ma non si verifica appieno. Il REGNAULT conchiuse da molte sperienze che l'*aria comprimesi alquanto più* che non richiedesi dalla prefata legge. La CHIMICA AGRARIA ne svelerà parecchie altre eccezioni (2). Generalmente è vero che la piupparte de' gas occupano, sotto pressione doppia o tripla, la metà o il terzo del loro volume primitivo: ma vi è pur da riflettere che sotto forti pressioni, una parte dei gas perdono lo stato aeriforme, e fannosi liquidi, per tornare gasosi appena rimossa la pressione.

---

(1) Il RANKINE dà questa formola per la compressibilità dell'acqua. Esprima d la frazione per la quale l'unità di volume dell'acqua è compressa dalla pressione d'un'atmosfera; D la densità dell'acqua, essendo preso per unità il suo massimo di densità; e T la temperatura a partire dallo zero; si avrà $d = \frac{1}{KTD}$, dove K è coefficiente costante, il cui valore è nella scala centigrada di 72 atmosfere per grado, e nella scala del FAHRENHEIT di 40 atmosfere per grado. V. *Società Reale d'Edimbourg*. Sessione del 7 aprile 1851.

(2) *Il n'est pas exacte de dire que le volume de touts les gaz est en raison inverse de la pression qu'ils supportent.... dans le cas du gaz sulfureux ou du cyanogène, par exemple, la diminution de volume ne correspond plus à la pression, elle est bien plus considérable. Comprimé au sixième du volume qu'il occupe à la pression ordinaire de l'air, le gas ammoniac cesse d'être gazeux: de même le gas carbonique cesse d'être gazeux, et d'obèir à la loi de* MARIOTTE, *si on le comprime à 1/36 de son volume primitif.* LIEBIG, *Lettres sur la Chimie.* 8 Lettre. PARIS 1847, pag. 81, 82.

Che se riguardiamo ai soli dati pratici più utili da sapere relativamente alle proprietà meccaniche de' fluidi liquidi e aeriformi, osserveremo che sotto la pressione d'un'atmosfera l'acqua prova una compressione di 48, ed il mercurio di 5 milionesimi del loro volume, mentre l'aria sotto egual pressione si riduce a metà del suo volume. Perciò in queste condizioni la *compressibilità* dell'acqua sta a quella dell'aria circa :: 1 : 10, ed a quella del *mercurio* :: 1 : 100.

2272. La **tensione dei vapori e de' gas** (§ 2269) si parrebbe quasi illimitata, perciocchè tendano costantemente ad occupare spazio maggiore di quello in cui sono. Quegli stessi *emisferi di Maydeburg* (§ 2240), cui non vale tanta forza a separare, se pongansi in apparato conveniente perchè l'aria esterna riesca più rarefatta della interna da loro contenuta, disgiungonsi agevolmente, e può bastarvi da se medesima quella stessa poca quantità d'aria che contengono. Alla *tensione* sono dovute le esplosioni ed altri effetti gravissimi, i quali promossero l'invenzione delle *valvole*, e *tubi di sicurezza* nelle macchine a vapore. Chiamasi *tensione massima* il limite di resistenza alla pressione, oltre il quale il vapore è costretto a liquefarsi: *massimo* però che varia nelle diverse materie aeriformi, e cresce colla temperatura. Ma pur di ciò, meglio nel parlare del calorico.

2273. Dell'**Igrologia** ossia di quella parte della Scienza che riguarda alle condizioni, e quantità d'umidità dell'aria, de' corpi solidi e degli ambienti sarà detto nel II Libro. Oltre il poco accennatone al § 2057 e seg., notisi intanto che la formazione de' vapori acquei nell'aria dipende dalla temperatura, e talora dalla minor pressione cui l'acqua sia esposta. Ma tuttavolta l'antica opinione, ora rifiutata dai fisici, che l'acqua si diffonda allo stato di vapore nell'aria per una specie di proprietà solvente di questo fluido elastico, considerata d'altro modo, o per meglio dire esposta in altri termini, non è del tutto insussistente (1). L'obbiettare che l'evaporazione accade anche nel vuoto, è disvedere in questo caso l'effetto della sottratta pressione, onde le molecole alla superficie libera del liquido, più agevolmente cedono alla impulsione della sostanza eterea interposta. Ma gli è da credere non poco accrescere la vaporizzazione quella forza di adesione che dee pure manifestarsi quando le molecole dell'aria lambiscono quelle del liquido, il tutto nel modo che farò chiaro, com'ho detto, nel II Libro.

[3] Del moto degli aeriformi ossia aereodinamica.

2274. **Due quistioni** ricorrono alla mente nel volgere il pensiero al moto de' fluidi elastici o aeriformi. È egli *possibile* in brevi parole perscrutarne le condizioni, indicarne le leggi? È poi *utile* all'agronomo conoscere coteste leggi e condizioni?

---

(1) Il Ramazzini (*Ephemerides Mutinenses anno 1694 una cum disquisitione etc.*) imagina, com'esprime l'Araldi. « i vapori non già misti unicamente, e sospesi, e nuotanti « nell'aria, ma sibbene ad essa strettamente congiunti, e per una perfetta ed intima « combinazione accoppiati »; attribuisce perciò « all'aria stessa l'attività, e la forza di « vero solvente, per cui essa dalle sostanze pressochè tutte sparse sulla faccia del « Globo, stacchi le minime loro molecole, e se le attragga e le unisca » *Elogio del* Ramazzini. V. Tiraboschi, *Storia della Lett. Ital.* Tom. VIII, pag. 303.

Apprendere cosa sia vento; farsi un idea delle macchine mosse dal medesimo a scopo di macinare, o di elevar acqua, o di prosciugar terreni, o di quelle mosse dal vapore; calcolare dipoi se l'uso ne possa alla rurale economia convenire; sapere i modi di utilizzare de' gas e vapori onde scemare il dispendio di combustibile nelle fornaci, o nel riscaldamento di serre ed aranciere o nel servizio di filande da seta ecc; infine comprendere il fenomeno delle vibrazioni, del suono, e non disconoscere gl'ingegni più adatti a procacciare ventilazione o per igienico profitto degli animali domestici, e degli utili insetti come il baco da seta, o per l'acconciamento de' grani, o per altri effetti vantaggiosi e troppi da noverare; ecco motivi onde non sia grave al vero agronomo il presente studio brevissimo. La cui convenienza ed importanza vien palese nell'atto stesso di farlo, e più in seguito dalle sue conseguenti applicazioni.

2275. Confronto coi liquidi. Versando acqua in un bicchiere a metà ripieno d'olio, poco stante l'acqua al medesimo si sottopone. Lo stesso può accadere ed accade versando un gas più pesante sovra altro che il sia meno. Per certo conviene accertarsene con gas non troppo più leggeri dell'aria, perciocchè prestamente e' dilegueranno. Riempiuto ad esempio il vaso A (fig. 602) di *gas acido carbonico* (che rileveremo assai facile ad ottenersi, nel CAP. IX) quantunque il vaso appaia vuoto, ne versiamo, quasi fosse pieno di liquido, il contenuto entro altro vaso B apparentemente vuoto, ma pur sempre pieno d'aria. Se in fondo a questo arda un lumicino, noi il vedremo spegnersi e tostamente; lo che dimostrerà disceso al fondo del vaso B quel *gas acido carbonico* versato dal vaso A, perciocchè in questo gas la combustione non s'alimenta. Ecco adunque in primo luogo ulterior prova di quanto dissi al § 2262, e 2263, e secondamente la dimostrazione che si può versare un gas in un altro, come si farebbe d'acqua nell'olio.

Fig. 602.

A

B

1. Sgorgo per fori e tubi.

2276. L'efflusso da orificii praticati in sottili pareti, e il deflusso per tubi addizionali (§ 2191) applicati ai medesimi, e sotto pressioni, sia costanti sia variabili, accade pegli aeriformi, come pe' liquidi. Il teorema del TORRICELLI (§ 2180) pegli uni e pegli altri si verifica, ma con questa apparente differenza. L'aria ad esempio si getterebbe nel vuoto con velocità iniziale di metri 304,29 per minuto secondo (1), e il rumore da lei fatto nel rientrare nello spazio vuoto

(1) L'aria contenuta in un vaso ha una tensione equivalente alla media pressione atmosferica. Questa equivale a una colonna di mercurio di 760 millimetri, ossia d'acqua di metri 10,3 (corrispondente a $13,6 \times 76$), vale a dire a una colonna d'aria di densità uniforme di metri $10,3 \times 770 = 7931$ metri, perciocchè il mercurio pesa 13,6 volte più dell'acqua, e questa 770 volte più dell'aria. Quindi la formola $v = \sqrt{2ga}$ (§ 2183) diviene $v = \sqrt{(2 \times g, 8 \times 7931)} = 304^{m},29$.

della campana pneumatica, quel suo primo impeto rende indubitato. Ma se l'acqua entrasse da un recipiente S (fig. 603) pel foro *f* nel vaso V, conserverebbe

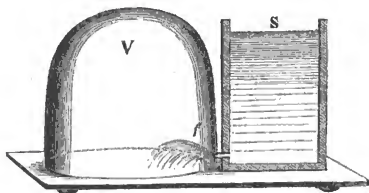
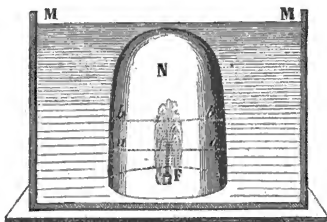
Fig 603.

la prima velocità, quando il livello S perdurasse costante. L'aria invece, avvegnacchè non s'alteri il suo superiore livello nella regione de' cieli, scema la sua foga; perciocchè appena entrata nel vuoto vi si diffonde e lo riempie, onde nel proseguire l'efflusso non trova più lo spazio vuoto ma sì bene contenente aria ognor più densa mano a mano vi si riversa, finchè raggiunta pur da questa la sua normale densità, cessa affatto l'efflusso. Di egual guisa cesserebbe eziandio l'efflusso dell'acqua, allorchè riempiuto il vaso, o raggiunta ad eguale livello la sua esterna altezza. Quel decremento di velocità nell'aria convien raffrontarlo all'efflusso dell'acqua che dal vaso MM (fig. 604) si versasse nel vaso N me-

Fig. 604.

diante pertugio F fatto nel fondo di questo, immerso nel liquido M M di altezza pari o superiore a quella dello stesso vaso N. Mano a mano elevandosi l'acqua entro N sino ad *a a*, poi a *b b* ecc., ognun vede come la pressione ognor crescente di questi strati d'acqua via via più alti, debba gradualmente controbilanciare sempre più efficacemente la velocità dell' efflusso dell' acqua per quell'orificio *f*.

2277. L'efflusso degli aeriformi, o fluidi elastici dagli orificii, sembra dover richiedere una forza proporzionale alla differenza della elasticità de' due fluidi, quando l'uno di questi passa naturalmente nell'ambiente occupato da quello

meno elastico. Il BLAKE ha fatto passare l'aria atmosferica in un vaso in cui erasi fatto il vuoto: ma obbligandola ad entrare prima in altro ambiente di mezzo, dove penetrava per un orificio eguale a quello d'onde passava nell'altro del vuoto. In quel recipiente intermediario l'aria acquistava una densità, media tra la sua naturale e quella del vaso (1). Dal che si parrebbe che il fluido aeriforme non sgorgasse dall'orificio con densità eguale a quella che possiede.

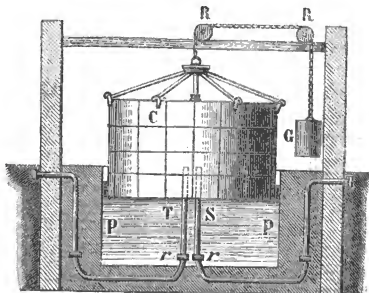
2278. La **contrazione della vena**, come ne' fluidi, fu pur accertata da sperienze del LARGERHIELM, e dal d'AUBUISSON pegli aeriformi, e determinata la sezione della vena contratta a 0, 62 della sezione dell'orificio. E lo SCHMIDT conchiuse:

1° Gli aeriformi sgorgare da piccoli fori, ed a pari circostanze secondo le stesse leggi de' liquidi.

2° Le quantità loro erogate in egual tempo, seguire la ragion diretta delle velocità dell'efflusso, e dell'area degli orifici.

Non recherà certo meraviglia se l'efflusso dell'aria sia pur soggetto alla *contrazione della vena*, quando questo fenomeno si manifesta eziandio nelle sabbie secche, le quali discendano da fori fatti in sottili pareti, come lo HAGEN (2) sperimentava, calcolandone il rapporto tra la sezione del foro e quella della vena nella ragione di 1: 0,65, non molto discorde da quello anzidetto dell'aria.

2279. Pe' **tubi di condotta** il movimento de' gas si concepisce agevolmente osservando la costruttura e gli effetti de' GASOMETRI, de' quali la fig. 605

Fig. 605.

offre una idea. Un grande tamburo o campana C cilindrica, chiusa al di sopra, ed aperta inferiormente, s'adagia sulla superficie dell'acqua di un solido pozzo PP o cisterna murata, ovvero cassa circolare d'acqua formata di lamiera; e la campana, ossia vero gasometro C, è pur composto di lamine di ferro, saldamente sovrapposte e chiodate.

(1) The American Journal of Scienc. and Arts (Sett. 1851).
(2) *Sur la pression et le mouvement du sable sec*, par M. HAGEN. Acad. des Sc. de BERLIN, 19 Janv. 1852 (*L'Institut* 2 Juin 1852, n° 961).

2280. Piena d'aria e di gas questa campana affonderà nell'acqua, e questa vi penetrerà ad un livello altrettanto depresso rispetto al livello esterno, cioè a quello del pozzo, quanto corrisponde al peso della campana medesima (§ 2148). Supponi la capacità della campana o gasometro, di 20 mila metri cubici, cioè abbia una sezione o area di cento metri, e venti d'altezza; il suo peso, 50 mila chilogrammi. L'acqua dovrà elevarsi entro di essa di 5 centimetri, perciocchè un disco d'acqua di 1000 metri di sezione o di base e grosso, ossia alto, 5 centimetri pesa appunto 50 mila chilogrammi (§ 414). Ora per affondarsi e ricevere que' 5 decimetri d'acqua, l'aria e gas contenuti nel recipiente deono costiparsi in uno spazio d'altrettanto minore, e sopportare una pressione di 5 centimetri d'acqua oltre la pressione atmosferica.

Cotesto eccesso di pressione basta in generale per islanciare il gas. Due tubi T ed S si elevano verticalmente entro e sotto il *gasometro* alquanto più alti del livello dell'acqua esterna nel pozzo P P. L'uno comunica coll'apparecchio dove si forma il gas, e serve a mantenerne carico il *gasometro*; l'altro invece gli serve d'uscita, comunicando con tutte le ramificazioni de' tubi di condotta per alimentare la distribuzione. Le chiavi o *robinetti rr* regolano l'afflusso e il deflusso per gli stessi tubi. Mercè le carrucole R R, il peso G, come è agevole comprendere, regola e riduce la pressione nell'apparecchio secondo l'uopo. Ad esempio, durante il giorno pel gas illuminante, si tien chiuso il tubo di sortita S, e si carica mediante il tubo T il gasometro C, sostenendolo mercè il grave G. All'imbrunire del giorno chiudesi il *robinetto* del tubo T, levasi il contrappeso G, e la campana C discendendo, il gas è compresso e pronto, appena apresi il *robinetto* del tubo S, a sortire ed arrivare dovunque dee essere distribuito, e sin là dov'è soltanto ritenuto dai *robinetti* dei *becchi* all'estremo dei rami distributori, *robinetti* che si aprono nell'istante di accenderne il getto di gas.

2281. Il *contatore* o misuratore del gas, è una macchinetta destinata per conoscere quanto gas si consumi dai privati o dal pubblico, cioè quanto se ne estrae pe' quegli ultimi *robinetti* indicati. Del quale, com'eziandio della formola che dà in metri cubici la quantità di gas erogata in un minuto secondo, per tubi di dato diametro, e sotto nota pressione, dirò se caso occorra nelle successive pratiche applicazioni.

2282. Ma se *portatile* è un liquido, ad esempio come l'*olio*, perchè nol sarà similmente il *gas* per sostituirlo nella privata illuminazione? Si tentò infatti di portarlo compresso sotto l'equivalente di 30 o 40 atmosfere, racchiuso in cilindri solidissimi, forniti di chiavette o *robinetti* per servire all'introduzione o all'uscita del gas. Ma troppi i pericoli per valersene a privati usi; abbastanza gravi gl'inconvenienti del sistema comune, quello cioè di formarlo e comprimerlo ne' grandi serbatoi suaccennati d'onde poi distribuirlo a chi brama usarne; voglio dire inconvenienti di esplosione, di asfissia, d'insalubrità, la cui natura sarà nota nella Chimica Agraria, dichiarando in pari tempo quanto agevolmente si possano evitare, non muovendo che da fatale negghienza o sbadataggine.

2283. La **tensione** de' gas (§ 2269) e de' vapori in ispecie è sì stragrande e strapotente, che rende la comparazione dei movimenti degli aeriformi

con quelli de' liquidi, paradossa e incomprensibile per chi non considera l'enorme differenza di forza d'*impulsione* che ne' fluidi elastici si perviene, per così dire, ad affoltare, coacervata in ispazii i cui limiti da un istante all'altro soverchia, soqquadra, e tremendamente distrugge. Perciò l'agronomo non segua la corrente che vede nella polvere da cannone, nel vapor d'acqua, nel gas idrogene ed in altri gas e vapori, quelle forze strabocchevoli che non di rado con iatture immense manifestano nelle loro formidabili esplosioni. E n'iscorgerà perspicua la sorgente nella *impulsione* che nè a polve, nè ad acqua, nè a gas, sì bene e solo alla *sostanza eterea* s'attiene.

2284. La **macchina a vapore** è dovuta a ingegno concordevole a quella invenzione stupenda d'ARCHIMEDE, che ci descrive il sommo LEONARDO DA VINCI in un suo manoscritto con queste frasi: « INVENZIONE D'ARCHIMEDE. *L'arcituono* « *è una macchina di bronzo fino che scaglia palle di ferro con grande fragore* » *e somma violenza, e se ne fa uso in questo modo. Il terzo di questo stru-* « *mento consiste in* una pentola in cui si fa scaldare acqua, la quale, *scaldata,* « *per un giro di vite scende nella culatta rovente del cannone, ove tosto* con- « vertirassi in un vapore sì abbondante e si forte che metterà stupore la furia « di questo fuoco, e il fragore che produrrà; *questa macchina scaglia palle del* « *peso d'un talento* ». Or bene, a ragione dice LEONARDO la *furia di questo fuoco*, e non già di quell'acqua fatta vapore. Al *fuoco*, o più genericamente alla *sostanza eterea*, alla sua *impulsione*, è dovuto lo scoppio della caldaia a vapore nel momento stesso ch'esso irrompe per la valvola di sicurezza: ad essa l'enorme forza e velocità onde s'anima la *locomotrice*, e il *piroscafo*, onde la luce, e l'elettrico percorrono in un attimo distanze incredibili. Egli è perciò che de' più sorprendenti fenomeni dinamici dei gas e de' vapori è da far parola soltanto dopo investigate le generali proprietà della *sostanza eterea*, da cui dee tenere fermo l'agronomo che quelli interamente dipendono; anzichè attribuire a speciali corpi, speciali azioni o proprietà pressocchè integralmente ad altre sostanze, cioè agli *imponderabili*, in effetto appartenenti.

2. Vento.

2285. **Velocità del vento.** L'agitazione dell'aria atmosferica palesa la sua estrema mobilità, e la potenza che può avere quando animata di grande velocità. Gettando corpi leggeri che il vento trasporta, giugnesi a misurare lo spazio dal medesimo, in determinato tempo, percorso. Pel qual mezzo si dedusse il seguente (1)

Prospetto

della velocità del vento.

	VELOCITA'	
	per minuto secondo in metri	per ora in chilometri
VENTO appena *sensibile*	1	3,6
» *moderato* (o debole, § 1975)	2	7,2
» *forte per tender le vele*	6	21,6

(1) POUILLET. Fisica popolare. MILANO 1851. Cap. II, § 6, 118.

Vento *il più conveniente pe' mulini* .	7 . . .	25,2
Buon vento, *ottimo pe' viaggi di mare* .	9 . . .	32,4
Gran vento	12 . . .	43,2
Vento *energico* (fortissimo, § 1975) .	15 . . .	54,0
» *impetuoso*	20 . . .	72,0
Gran tempesta	27 . . .	97,0
Uragano	36 . . .	129,6
Uragano *terribile*	45 a 48 . . .	162,0

Offro questi dati perchè abbastanza utili in pratica, benchè a dir vero non siavi poi la misura di confronto, cioè dove ad esempio cominci il grado spettante all'*energico*, al *forte* ecc., e dove finisca (1). Se però l'uragano movesse, come pretendono alcuni, da istantaneo vuoto nell'aria, si può arguire qual forza impossibile gli spetterebbe, calcolandosi (§ 2271) in tal caso la sua velocità a 304 metri per minuto secondo, o niente meno di oltre mille chilometri all'ora!

2286. **Diverse cause** possono determinare differenza di pressione in qualche punto dell'atmosfera: quindi *diverse cause* producono il vento che da quegli sbilanci ha sorgente.

La *dilatazione*, l'*evaporazione* valgono a produrre aumenti di pressione, ma l'azione loro è lenta e progressiva: quindi ne procedono solo venti regolari, e non mai impetuosi.

La *condensazione* di vapori può essere per l'opposito assai più pronta della formazione loro: quindi decrementi rapidissimi di pressione.

Coll'aumento di pressione hanno luogo i venti prodotti come da *compressione*, e che si propagano *in avanti*.

Col decremento di quella, e' si propagano invece come allo *indietro*. La formazione della pioggia, della neve, della grandine determina una specie d'imperfetto *vuoto* ove slanciansi perciò venti subitanei e violenti, e quindi gli uragani, i quali paiono prodotti per *aspirazione*, giacchè propagansi allo *indietro* occupando successivamente i punti che dietro di sè il vento abbandona.

È pertanto da distinguere la direzione del *soffio*, e quella del *cammino* progressivamente percorso. Nei *venti* ed *uragani* per *aspirazione*, il *soffio* spira in un senso, ed il *cammino* procede in senso contrario. Ne' *venti* invece per *impulso o compressione*, il soffio ed il cammino nello stesso senso procedono.

2287. Ma il fenomeno dell'**onde** quale si è accennato al § 2198 pe' liquidi è pur da investigare nello studio de' movimenti dell'aria, che verrà compiuto nel II Libro contenente la Meteorologia Agricola. Nuova considerazione ch'io reputo dover chiarire a capello alcuni fenomeni meteorici, e renderà palese come il *soffio* possa esistere senza reale *cammino* del vento, ossia dell'aria in moto. E vi accennerò pure alla possibilità de' movimenti aerei *orbitarii* ana-

(1) Il Cardano assegnava quattromila pulsazioni per ora, cioè che per medio i battimenti del polso sieno circa 66 per minuto, ed affermava che ne' più violenti uragani il vento percorre 50 passi per ogni pulsazione (Libri, *loc. cit.* Tom. III, pag. 175). È questo un insegnamento pratico per la estimazione approssimativa de' venti, mancando d'orologio.

loghi di qualche guisa al moto *orbitario* delle molecole liquide nel mare, cui si riferiscono le osservazioni del DE CALIGNY (1).

2288. **L'anemometro** (dal greco vocabolo ανεμος vento) è strumento fatto per misurare la forza, o indicare la direzione dei moti dell'aria. Nel detto II LIBRO non trasanderò quello descritto dal MORIN (2), piccolo stromento col quale si perviene a contare durante 10 minuti il numero di giri prodotti da velocità sino di 40 metri per minuto secondo, onde provasi che mentre vale a designare le più lievi agitazioni dell'aria, resiste anco ai suoi movimenti più energici senza alterarsi. Dirò pure degli *anemoscopii*, o piuttosto *anemometografi*, i quali indicano durante l'assenza dell'osservatore il mutar de' venti, tracciando segni sopra apposito foglio. Tra quali riescono di particolare acconcio all'uomo di campagna, quelli del MOSCATI, e del LANDRIANI, e per avventura anche quello del DU MONCEL, il quale all'anemometro collocato sul tetto, o sopra una torre ha unito un *apparecchio indicatore elettrico* situato nel gabinetto dell'osservatore, apparecchio che registra le variazioni durante otto giorni senza che alcuno se ne occupi (3), ed analogo ad altro dell'ABRIA, ma per avventura occorrevole come questo di maggiore semplicità.

2289. Un' **avvertenza** speciale però circa gli anemometri è da fare sin da questo momento, perciocchè dimostra eziandio essere le correnti aeree appunto come i movimenti de' liquidi, determinate e da disequilibrii e da *chiamate* per così dire di *sbocco* e da altre cause; onde talora rendonsi vorticose, talora negli strati inferiori hanno direzione in senso contrario de' superiori. L'anemometro può indicare all'agronomo la direzione del vento che spira nello strato atmosferico ov'è lo strumento, ed intanto nella regione delle nubi la direzione del vento aver luogo in senso differente. Non ha guari anzi, il BERTRAND DE DONK segnalava una rimarchevole inversione tra la frequenza de' venti superiori osservata sotto il clima di PUY nel VELAY, che si estenderebbe a tutto il Belgio (4). La media delle osservazioni del QUETELET di cinque anni (1842-1846), stando alle indicazioni delle nubi e dell'anemometro, risultava

	N. E.	E.	S.E.	S.	Venti orient.	S. O.	O.	N.O.	N.	Venti occid.	Totali
NUBI . .	92	108	31	92	323	252	250	96	79	677	1000
ANEMOMETRO	104	156	57	124	421	268	164	79	68	579	1000

cioè accadrebbe preponderanza de'venti superiori dell'emisfero occidentale sugli inferiori, ed inversamente de' venti inferiori dell'emisfero opposto sui loro superiori. Il QUETELET dichiarò verificarsi cotale condizione anche ne' quattro anni successivi (1847-1850) secondo le osservazioni fatte nell'Osservatorio di BRUSSELLES, e l'importanza nella METEOROLOGIA AGRICOLA di cotesti rilievi ne riuscirà evidente nel II LIBRO successivo. Intanto ognuno può vedervi la conferma

(1) DE CALIGNY. Écluses de navigation, ondes maritimes ecc. Soc. PHILOM. PARIS. *Séance du 27 décembre* 1851.

(2) MORIN. *Expér. sur la ventilat. du grand amphit.* ecc. Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tom. XXXIV, pag. 616 (26 Avr. 1852).

(3) DU MONCEL. *Note sur l'anémographe électrique*. Compt. Rend. de l' *Acad. des Sciences*. Tom. XXXIV, pag. 761 (17 Mai 1852).

(4) QUÉTELET. *Fréquence comparée des vents supérieurs et inférieurs.* ACAD. R. DE BELGIQUE, Séance du 6 Dec. 1851.

della differenza enunciata fra le indicazioni dell'anemometro, e le vicende che accadono nella regione delle meteore. È poi rimarchevole (quale da ulteriori osservazioni risulta) il rapporto medio per BRUSSELLES in 8 anni, dei venti superiori agli inferiori, pegli orientali :: 2 : 3, e pegli occidentali :: 7 : 6, e così pel PUY nel triennio 1849-1851, quelli :: 1 : 2, e questi :: 4 : 3 (1). Arroge il riflesso alla corsa stessa delle nubi (2), delle quali uno strato ha talora direzione opposita ad altro inferiore o superiore, e se ne trae novella prova della necessità di perfezionare i metodi d'osservazione nel modo che pel II LIBRO m' ingegnerò di proporre (3).

2290. I VENTILATORI saranno pure da considerare, perciocchè, quando efficaci ed economici, tornano assai utili nelle campestri emergenze. Oggigiorno ancora pochi dati o risultati positivi d'esperienze, posseggonsi sulla ventilazione de'luoghi ove dimorano molti uomini, o molti animali. Il calcolo poi degli effetti de' *ventilatori* è diverso da quello degli *anemometri*, in quanto che nella prima specie di strumenti trattasi di calcolare l'azione dell'aria in riposo sopra un corpo in movimento, e negli altri quella dell'aria in movimento sul corpo in riposo. Il DU BUAT non ammetteva eguale effetto, benchè le velocità di que' movimenti fossero eguali. Riassumerò cotesto quesito quando indagherò se possa convenire mercè l'azione del vento esterno, cioè con acconcio anemometro, promuovere la ventilazione, ossia mettere in moto il ventilatore d'una stalla, bigattiera ecc. come a taluno si parrà non malagevole, e rileverò altri modi di vantaggiare de' movimenti dell'aria, al cui comprendimento le meccaniche nozioni deon precedere.

3. Vibrazione, rumore, suono.

2291. Osservava GALILEO le vibrazioni di due pendoli: ne traeva la soluzione di questo problema: *perchè due corde tese all' unissono, se l'una ne tocchi, l'altra ancora non tocca risuona?* e stabiliva i principii e le ragioni della *consonanza* e della *dissonanza*. E l'EULERO gli adottava siccome proprii (4) senza far motto di GALILEO!

Ma qui dirà il lettore, forsecchè vuoi apprendere all'Agricoltore che GUIDO Aretino verso il 1030 formò la scala dei tuoni, gettò i fondamenti del contrap-

(1) ACAD. R. DE BELGIQUE. Séance 6 Mars 1852.

(2) « Ed avviene, alcuna volta, per tutto andare un vento contrario nell'alto dell'aere, « ed un altro all'opposto di quello nell'aere più basso, e più accosto alla terra, ed « alcuna volta si confrontano sendo nell'alto e nel basso d'una medesima maniera, il che » si conosce quando le nuvole camminano ecc. SODERINI. *Tratt. d'Agricolt.* Sec. ediz. MILANO, pag. 69.

(3) Nel qual LIBRO sarà pure investigato se si avveri il fatto singolare (in opposizione alle teorie dell'ESPY ed altri fisici) che la direzione del turbine negli uragani nell'emisfero boreale è sempre in senso contrario al movimento delle sfere degli orologi, mentre nell'emisfero australe è costantemente nella loro direzione per un vero *ciclone*. Il movimento dell'aria in questi casi di uragani sarebbe moto di rivoluzione attorno un asse o spazio centrale che ha un movimento di traslazione, ma secondo opina il TAYLOR (Sessione XXII dell'Associazione Britannica a BELFAST, 1° Sett. 1852), la direzione del moto rotatorio sarebbe invariabile nello stesso emisfero. Nello stesso LIBRO II dirò della *direzione generale* de' venti, della loro *distribuzione* secondo le *stagioni*, e le *ore del giorno*, delle *direzioni medie*, della *forza* loro ecc.

(4) ANDRES. Saggio della filosofia del Galileo.

punto, ed insegnò la via d'imparare il canto in uno o due anni, anzichè in dieci? (1)

L'acustica, risponderò, ramo speciale della fisica matematica, nel ristretto senso delle leggi o fenomeni del suono (da *ακουειν* udire) poco può interessare l'agronomo, ma lo studio generale risulta di somma importanza per l'analogia de' fenomeni della propagazione sia del suono nell'aria sia della sostanza eterea, nella sua forma di luce, nello spazio. Il fenomeno stesso sarà più specialmente discusso nel trattatello dell'aria (LIBRO II): di presente, epilogo soltanto alcune distinzioni e speciali fatti che alla vibrazione oltre il detto al § 2053-54 in genere, hanno mediato o immediato riferimento.

2292. L'orecchio serve a percepire il suono, come l'occhio la vista d'un oggetto. *Vibrazioni* e *ondulazioni* producono e trasmettono fino all'uomo quel rumore, quel canto, quel suono; *vibrazioni* e *ondulazioni* producono e trasmettono l'aspetto di quell'edificio, di quell'animale o in genere di quel corpo *luminoso* o *illuminato*, come il suono diretto o riflesso. Dalle più semplici nozioni dell'ACUSTICA è agevol passo alle più sottili perscrutazioni dell'ottica non solo, ma del calore, e dell'elettrico, e del magnetico, in somma della *sostanza eterea*. Se, come ne apprese LEONARDO DA VINCI (2), studiamo a dovere l'*onda dell'acqua*, poi facciam passo all'*onda dell'aria*, e infine all'*onda dell'etere*, noi ascendiamo per gradi nella sublime meccanica della Natura e con mirabile semplicità i più incantevoli fenomeni riusciremo a comprendere. Ecco il perchè de' pochi cenni dati sull'*idrodinamica*, de' presenti sull'*aereodinamica*, e dei seguenti sull' *eterodinamica*. Pur troppo le strette d'una brevità indispensabile mi restringono assai più che al gravissimo intento si converrebbe.

2293. Il **suono** è per noi una sensazione: però non ha luogo senza un *movimento particolare eccitato nella sostanza materiale*. Ma *suono* è egli altra cosa che *rumore* ?

Sull'organo dell'udito s'imprime la sensazione del *fragore* dal cannone, dello *scoppio* dalla bomba, dello *squillo* dalle trombe, del *tintinnio* da un campanello: e quella di *strepito* dalla percossa, di *fracasso* dal rompersi di corpi, di *croscio* dal bollir de' liquidi, di *cigolìo* dalle ruote, del *sibilo* dal vento, di *rumore* dal tuono ecc.

I suoni naturali degli uccelli ed altri animali producono pure sensazioni differenti, e sì distinte da designarle con ispeciali vocaboli (3). Tutti conoscono altro esser *suono* altro *rumore*, non però la differenza onde provenga.

---

(1) TIRABOSCHI. Vol. VI, pag. 316.

(2) LEONARDO DA VINCI. Del moto e misura dell'acqua. Libro III, *Dell'onda dell'acqua*.

(3) Ad esempio i seguenti:

API, MOSCHE, ZANZARE, Ronzio (*Bombitus*).—ASINO, MULO, Raglio (*Rudor*).—CANE, Gagnolio, Abbaiamento (*Gannitus*). *Id.*, Latrato, Guaire, Ringhiare, Squittire, Boiare, Ghiattire (*Latratus*) ecc.—CAVALLO, Nitrito (*Hinnitus*).—COLOMBO, PICCIONE, Gemere, Tubare (*Gemere*).—CORVO, CORNACCHIA, Crocidare, Gracchiare (*Crocitus*).—GALLINA, Gracidare, Chiocciare (*Glocidare*).—GALLO, Gallicinio, Chicchiriata (*Cucurrere*).—GATTO, Miagolìo, Gnaulìo (*Eiulare*).—LEONE, Ruggito, Rugghio (*Rugire*).—LUPO, Ululato (*Ululatus*). — PASSERI ecc., Pigolamento (*Pipitare*).— PECORA, Belo (*Balatus*). — PORCO, Grugnito (*Grunnitus*) —SERPENTE, Sibilo, Bramito (*Sibilare*).—TORDO, Zirlo (*Trutilare*).—UOMO, Vagito. Voce (*Vagire, Vox*) ecc. Fischio, Canto, Strida, Susurro di parecchi; Bisbiglio, il parlar piano; Chiasso, baccano di molti.

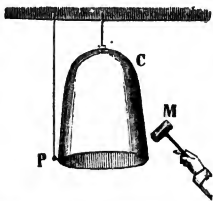
2294. Rumore e suono. Quando un corpo è percosso, o n'è d'alcuna guisa turbato l'*equilibrio statico*, le di lui molecole si commuovono, si accostano, o discostano, tendendo a nuovo equilibrio: cessata la causa esterna di disturbo, a poco a poco mercè *oscillazioni isocrone* sempre decrescenti, riassumono il loro stato primitivo di quiete. Cotesti *moti oscillatorii* pervenendo al nostro orecchio producono una sensazione, la quale quando quelle oscillazioni sieno *irregolari* e in *piccol numero* (in dato tempo) è quella del romore, mentre in caso contrario è ciò che diciamo suono (1) che risulta acuto quant'è maggiore in dato tempo il numero di quelle *vibrazioni* (2).

2295. Da **cinque azioni** meccaniche il suono: cioè

1. *Stropicciamento*: quello dell'arco pegli strumenti da corda.
2. *Percossa*: del battaglio sulle campane, verghe rigide, tamburo, ecc.
3. *Trazione*: o meglio traimento di corde, molle ecc.
4. *Compressione dell'aria* : flauto, clarinetto, voce ecc.
5. *Scuotimento*: agitamento da contatto.

Nel VI LIBRO sarà cenno del meccanismo onde i suoni e rumori creati dagli animali. Ora distinguiamo 1° il *corpo sonoro*, 2° il *mezzo* onde il suono si trasmette, 3° l'*organo* che lo percepisce.

2296. È **sonoro** ogni corpo purchè elastico, altrimenti nol sarà, perchè non capace di *vibrazione*; la quale può avvenire tuttavolta senza che ne sia per noi percettibile il suono o rumore. Nè *vibrare* nè quindi produr suono, qualunque sia l'azione meccanica che si sperimenti, può massa di bambagia, di sego ecc. Sul terreno molle, pantanoso, non sensibile il trascorrimento dei carri, delle vetture, che fanno strepito percorrendo il suolo ghiaioso, o indurito o lastricato. Per apprezzare il vibrare d'un corpo elastico e sonoro percuotete una campana C (fig. 606) con martello di sughero: ad ogni colpo produrrete una serie di urti contro una piccola palla P di piombo che sia sospesa accosto all'orlo della campana. Parimenti avvicinando a un corpo sonoro una superficie liquida (d'acqua, di mercurio) all'istante il liquido n'è vivamente agitato. Usando poi la sabbia, come s'è notato al § 2055, lo stato di vibrazione del corpo è patentissimo. E pizzicando una corda tesa, non ti appare essa finchè vibra rigonfiarsi corpacciuta nel mezzo, sottile negli estremi, a foggia di lungo fuso?

Fig. 606.

2297. Le **vibrazioni** de'corpi sonori si reggono dalle seguenti leggi.

---

(1) La voce dell'uomo si estende in generale tra due limiti, l'uno de' quali, il suono più grave riducesi a 396 vibrazioni, l'altro, il suono più acuto, estendesi a 1584. Quella della donna comprendesi tra le 594, e le 2112 vibrazioni. POUILLET. Loc. cit., pag. 398.

(2) In generale quando il numero delle *vibrazioni* non arriva a 30, 32 per minuto secondo, il suono è sì *grave* da non riuscir percettibile; se quel numero oltrepassa le 10000 a 12000 vibrazioni per secondo, il suono divien sì acuto da non produrre sensazione distinta. LAMÉ. Cours de Phys., pag. 306.

Nelle *corde* di metallo, di minugia o altre adoperate negli strumenti musicali il suono dipende

1. dalla *lunghezza* della corda,
2. dalla sua *tensione*,
3. dal suo *diametro*,
4. dalla sua *densità*.

Il numero delle vibrazioni di una corda, risulta

1. *in ragione inversa della lunghezza*,
2. *in ragione proporzionale alle radici quadrate delle tensioni*, e de' pesi che la producono,
3. *in ragione inversa de' diametri*,
4. *in ragione inversa delle radici quadrate della densità*.

Invece della corda, negli strumenti da fiato avrete un cilindro d'aria la cui tensione è prodotta dal peso dell'atmosfera, e la cui *vibrazione* è promossa dal soffio mediante ingegni opportuni che non rileva indicare.

Nelle LAMINE metalliche invece

1. *il numero delle vibrazioni trasversali è in ragione inversa de' quadrati delle lunghezze*,
2. *è proporzionale alla grossezza*,
3. *è dipendente dalla densità e rigidità della materia*,
4. *il numero delle vibrazioni longitudinali* è in ragion inversa della *lunghezza*.

Ne' corpi di diverse forme si presentano fenomeni complicati che la moltitudine dell'esperienze fatte dai fisici non ridusse ancora a leggi generali da potersi nel presente studio investigare, dal quale non hanno a dedursi che come semplici corollarii le spiegazioni de' più bei fenomeni della luce e degli altri *imponderabili*.

2298. La **comunicazione delle vibrazioni** fra i corpi solidi accade per *contatto*: se i corpi che si toccano sono leggeri, elastici, e vibranti, il suono s'afforza, e prolunga la sua durata: se invece il corpo sonoro è a contatto di corpi molli, pesanti, non elastici, le vibrazioni di quello scemano, o s'estinguono. I corpi contigui capaci di vibrare, son tenuti a farlo tutti insieme, di quella guisa che la campana intera vibra, benchè il battaglio in un sol punto la percuota. Il suono delle corde sarebbe debolissimo, senza le casse vibranti degli strumenti su cui sono tese, ma come avviene pegl' *imponderabili*, le vibrazioni ponno comunicarsi anco senza contatto pel fenomeno della risonanza (§ 2291) più sopra indicato.

2299. Il **mezzo** onde il suono perviene al nostro orecchio, è l'aria e più generalmente gli *aeriformi*. Ponendo una sveglia a scatto nel recipiente pneumatico (§ 2257) se facciasi il vuoto, giunto il momento opportuno, il meccanismo della sveglia adempie il suo ufficio, ma senza produr suono: rimettasi l'aria nel recipiente, e poco a poco il suono si fa sentire, e compiutamente, posciacchè l'aria sia tutta restituita. La rarefazione dell'aria diminuisce adunque l'intensione del suono, e da ciò il perchè lo scoppio del fucile sia men gagliardo alla cima dei monti ove l'aria è rarefatta, che non al loro piede.

Ma se quella sveglia nella campana pneumatica si collochi a dirittura sul

piatto della medesima, anco fatto il vuoto, il suono rimarrà sensibile. Confermasi adunque non esser l'aria il solo *mezzo*, onde il suono si trasmetta: in quel caso è il tavolo stesso su cui poggia la macchina, il trasmettitore.

2300. Per *ondulazioni* tuttavolta accade cotesta trasmissione per l'aria; per *vibrazioni* invece quella pe' solidi. Nè le *ondulazioni* dell'aria dobbiamo concepirle nel solo aspetto che ci offrono alla superficie dell'acque. Deonsi immaginare quali accadrebbero nell'acqua stessa ove la percossa o compressione avvenisse in un punto entro di lei medesima.

2301. Per **isfera** perciò propagasi il suono: volgare espressione per significare che l'*ondulazione* propagasi per l'*aere* dal punto sonoro in tutte le direzioni. Come lo scintillare della fiamma d'una lucerna ne dimostra un irraggiamento di luce tutto all' intorno, lo stesso accade dello irraggiamento per così dire del suono. Se non che inmaginando una pallottolina sferica coperta con una sfera di carta, e questa successivamente da un'altra, è facile rilevare che tutte queste superficie sferiche hanno fra loro il rapporto del quadrato de' raggi o de' diametri (§ 1688). Dunque le ondulazioni dovendo occupare uno spazio che cresce in ragione de' quadrati de' diametri, ossia de' quadrati delle distanze dal punto sonoro, l'intensione loro sarà inversamente per egual proporzione minore. Quindi (e si può dimostrare anco altramente) l'*intensione del suono è in ragione inversa del quadrato della distanza.*

Perciò se a 100 metri di distanza sentite la campana d'un orologio, a 200 metri lo stesso suono dee risultare non la metà meno forte di prima, ma un quarto solo, perchè

$$200^2 : 100^2 :: 4 : 1 :: 1 : \frac{1}{4}.$$

2302. La **velocità del suono** dipende dal tempo impiegato dalle onde sonore dell'aria a propagarsi. Situato in condizioni opportune, voi vedrete la luce sviluppata nell'infiammarsi della polvere d'un cannone, alquanto prima di sentirne il fragore, perchè la luce è assai più veloce del suono (§ 1975). Gli Accademici del Cimento nel 1660, da sperienze fatte sovra distanze di 5255 metri (1) assegnarono al suono la velocità di metri 350 per minuto secondo; ma posciachè il Bianconi ebbe scoperta nel 1740 l'influenza della temperatura, ripetuti gli sperimenti, s'è venuto a conchiudere che il suono,

I. Propagasi con moto *uniforme*, di 340 metri per minuto secondo, a temperatura di 16 gradi;

II. La differenza d'*intensione* o di *qualità* del suono non influisce sulla sua velocità;

III. Il *vento* l'aumenta spirando nella sua direzione, scemandola nel caso inverso;

IV. Il *suono riflesso* conserva la stessa velocità del *suono diretto*;

V. L'aumento di *temperatura* del mezzo trasmettitore accresce la velocità, e nel caso inverso la diminuisce: così mentre risulta di metri 337 a 10°, a zero riducesi a metri 331.

---

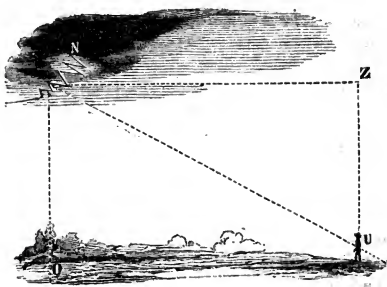
(1) *Saggi di naturali esperienze fatte nell'Accademia del* Cimento. Firenze 1841, pag. 155.

VI. La velocità è la medesima in *linea orizzontale*, come in ogni altra *direzione*.

2303. La **formola** esprimente cotesta velocità, col debito riflesso alla temperatura dell'aria, può essere molto utile al campagnuolo. Essa è la seguente per minuto secondo, esprimendo v la velocità e t la temperatura

$$v = 331{,}35 \sqrt{(1 + 0{,}003665\, t)}.$$

Coll'orologio alla mano, contando quanti secondi minuti passano tra il veder il lampo e il sentirne il tuono, noti i gradi della temperatura dell'aria, si può apprezzar la distanza della nube N (fig. 607), onde quel lampo e quel tuono.

Fig. 607.

Sieno 8 i trascorsi secondi e 10° la temperatura, essendochè v esprime la distanza trascorsa in un minuto secondo, se a t sostituisco il 10 esprimente la temperatura indicata, avrò

$$v = 331{,}35 \sqrt{(1 + 0{,}003665\, t)} = 331{,}35 \sqrt{(1 + 0{,}03665)}$$

onde $$v = 331{,}35 \sqrt{1 + 03665} = 331{,}35 \times 1{,}026 = 339{,}96$$

e $$v \times 8 = 339{,}96 \times 8 = \text{metri } 2719{,}68.$$

Cioè a dire la distanza diagonale N U della nube tempestosa sarebbe di metri 2719,68. Volendo però conoscere la distanza orizzontale NZ, cioè quanto dista dal punto in cui fosse a pari altezza N O, ma perpendicolare al campo in cui sta l'osservatore U, dalla proprietà dell'ipotenusa (§ 1221), sapendo apprezzare per quel che sarà detto nel II LIBRO, quell'altezza N O, si potrà facilmente rilevare da $NU^2 = NZ^2 + ZU^2$. Suppongasi infatti 1000 metri l'altezza medesima, si avrà la cercata distanza orizzontale x,

da $$(2719{,}68)^2 = 1000^2 + x^2 \qquad x = \sqrt{(2719^2 - 1000^2)}$$

onde $$x = 2529{,}16.$$

2304. **Riflettonsi** e **rifrangonsi** le *onde sonore* ne' modi da vedere nel II LIBRO: e quando i raggi *fonici*, o vuoi, sonori, incontrano perpendicolarmente una superficie piana, ha luogo l'*eco*, se vi siano convenevoli circostanze; percioc-

chè in molti casi si ode solo una riproduzione del suono assai confusa, cui diciamo *rimbombo*. Effetti che succedono spesso nelle vallate ove lo scoppio dell'archibugio vien più volte ripetuto dalle rupi echeggianti; e nelle regioni dell'atmosfera ove talvolta il rumoreggiare del tuono è riflesso dalle nubi. Dalle proprietà o leggi del suono riflesso, di formar angoli di riflessione eguali a quelli d'incidenza nel medesimo piano, e conservando la stessa velocità (§ 2302), si è derivata

I°. *La costruzione di strumenti* utili per l'emergenze della vita, come la *cerbotana*, canna o tubo cilindrico di lunghezza indeterminata, nel quale parlando anche sotto voce da uno stremo, la voce è intesa nell'altro, foss'anco il tubo lungo come quelli sperimentati dal BIOT di metri 951. Le *trombe stentoree* o *marine* d'analoga costruzione (con una delle quali lunga metri 1,68, la voce udivasi a metri 4572 di distanza) e i *cornetti acustici*, sono tutti strumenti fondati sull'ingegno d'incamminare per così dire le onde sonore per una linea, invece di spandersi per isfera come succede nell'aria libera.

II°. *La costruzione degli edificii*, onde la voce, o il canto, e il suono degli strumenti si diffonda in ogni parte d'un dato ambiente, o si concentri in un solo punto a norma di quanto s'espose al § 1725.

2305. Pe' **solidi** si propaga pure il suono (§ 2298), e lo stesso terreno talora il trasmette meglio dell'aria (1).

Pel *ferro* il suono, secondo il BIOT, avrebbe velocità di metri 3570 per 1'', cioè 10,5 volte maggiore che nell'aria, e le sperienze del WERTHEIM fatte insieme col BREGUET sui fili di ferro de' telegrafi elettrici darebbero una velocità di metri 3485 per 1'' (2) assai inferiore a quella stabilita dalla teoria, e dal metodo del CHLADNI, per cui dovrebbe risultare di metri 4634.

Pel *vetro* sarebbe eguale a quella pel ferro: alquanto minore trasmettendosi per lo *stagno* o per l'*argento*.

Il *legno* ha facoltà conduttrice del suono fino a 16 volte maggiore di quella dell'aria. Un orologio appoggiato alla estremità di trave ben secca, fa sentire le *battute* all'altro stremo. Effetti che hannosi però non in direzione traversale alla trave, ma nel senso longitudinale delle fibre: quindi la più regolare loro continuità rende capaci i legni a cotesta trasmissione del suono, secondo quest'ordine decrescente: *abete*, *salice*, *bosso*, *ciliegio*, *olmo*, *quercia*, *castagno*.

2306. Pe' **liquidi** pure trasmettesi il suono, e secondo sperienze dal COLLADON e dallo STURM fatte nel lago di GINEVRA, ascoltando il suono prodotto in un corpo immerso nell'acqua, sentonsi due rumori: l'uno che giugne per mezzo dell'acqua in tempo più breve dell'altro trasmesso per l'aria (3); ed a

(1) Il FRÖLICH in una villa a 36 chilom. da BERLINO udiva i colpi di cannone della battaglia di JENA (14 ottobre 1806) pel tremito che la terra gli facea sentire sotto i piedi, benchè il combattimento accadesse a 150 chilometri di distanza. Il MAJOCCHI nel 1814, a 96 chilometri di distanza udiva il cannonamento sotto MANTOVA ecc. Vedi i suoi ELEM. DI FISICA. Vol. I, pag. 398.

(2) Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tom. XXXII, pag. 293 (23 Fevr. 1851).

(3) Io dubito molto che questo rapporto non appieno risponda alle speculazioni dei Fisici sulla velocità della luce nel sistema delle *ondulazioni*. Ma forse tutt'altro senso è da desumere dalle memorie originali e dalle stesse formole del WERTHEIM, non avendo io potuto consultare che il rapporto fattone dal CAUCHY. *Compt. Rend.* de l'ACAD. DES SCIENCES. Tome XXXII, pag. 328.

certa distanza è anche assai più intenso quello per l'acqua. Nel qual liquido la velocità del suono sarebbe di 1435 metri a stima del COLLADON, e di 1453 alla temperatura di 10° secondo le formole date dal LA PLACE.

Avvertenza. Nel profferire però in modo assoluto che i *solidi* e *liquidi* hanno maggiore capacità di trasmessione del suono, che non gli aeriformi, è da riflettere di non confondere il modo di trasmessione; il quale negli aeriformi può veramente seguire per *onde*, ma ne' solidi e' mi pare debba solo effettuarsi per *vibrazioni* fors'anco *elicoidali*, laddove ne' liquidi per avventura parteciperebbe delle due guise. Nè so se l'esperienza concordi esattamente coi sagacissimi studi del WERTHEIM, il quale ha calcolato che la velocità del suono in una massa solida o liquida illimitata, sta a quella propagata *linearmente*, cioè mediante verghe o filetti, nel rapporto di 1,225 : 1, ma gli è certo che la maggior massa del corpo sonoro (§ 2297 e 2308) n'accresce le vibrazioni.

2307. Tutti i corpi atti a *trasmettere* il suono voglionsi capaci altresì di *produrlo*. Accade egli il primo effetto colle *ondulazioni*, il secondo colle *vibrazioni*? Le *ondulazioni* non sono da confondere colle *vibrazioni* (1); tuttavolta, se noi immaginiamo le *vibrazioni* d'un corpo solido sferico, facendo supposito che l'azione meccanica onde muovono risieda nel suo centro, apprezzeremo più aggiustatamente che debba intendersi per *onda* e che per *vibrazione*. Oltracciò lo affermare che le *onde* progrediscono costantemente, e le *vibrazioni* sono stazionarie, è proposizione rigorosamente inesatta quando per essa volesse intendersi nelle *onde* un vero movimento di traslazione della materia in cui si manifestano, e parmi averlo dimostrato a bastante nel § 2198. Sulle quali investigazioni tornerò nel II LIBRO, ove farò pur alcun cenno del modo onde all'organo dell'udito rumori e suoni si rendono sensibili.

2308. Un **fatto singolare** dirò tuttavia in questo luogo, perchè ne offrirà in seguito la chiave di fenomeni d'altro genere. Toccando colla mano, o con un corpo molle un corpo sonoro, scemasi, o talora estinguonsi affatto il suono e le sue *vibrazioni*. Osservò il BAUDRIMONT che lo scoppiar di frusta non s'ottiene presso un cancello di ferro, perciocchè in luogo di un colpo secco e netto se ne trae solo una sorte di sibillare affatto speciale. Sul ponte dei *Saints-Pères* a PARIGI, il quale ha per parapetti due cancelli di ferro della sola altezza ordinaria per l'appoggiamento, quello scoppiare punto non si sente ancorchè vicini alla frusta. Dal che si parrebbe, secondo il BAUDRIMONT, doversi modificare l'opinione generalmente ricevuta rispetto alla produzione del suono (2). La intensione sua non derivare unicamente dalle onde sonore che direttamente all'orecchio pervengono: tutta la sfera aerea posta in vibrazione, e una serie successiva di riflessioni e rafforzamenti concorrere a dare al suono tanta maggiore intensione e durata quant'è più considerevole la massa d'aria posta in vibrazione.

(1) Dal che la spiegazione della differenza tra la velocità di metri 3485 dedotta dal WERTHEIM (§ 2302) da quella teorica di 4654: perciocchè la prima si riferisce a vera trasmissione, laddove nel secondo caso è reale vibrazione generata per avventura con movimenti *elicoidali*.

(2) BAUDRIMONT. *Observ. sur la production du Son.* Compt. Rend. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tome XXXIII, pag. 428-29.

2509. Molto ancora resterebbe a dire sulla *sostanza materiale*, ma la brevità impone di far passo alla sostanza eterea. Rammento sempre non essere questo un Trattato di Fisica, ma solo la riunione di quelle nozioni di Fisica su cui poggiano gli studi successivi intorno la scienza del coltivare.

SEZIONE III.

Sostanza eterea.

2510. Luce, calorico, elettricità, magnetismo, sarebbero quattro forme, o modi di essere d'una sostanza sola, l'Eterea, secondo la cosmologica ipotesi al § 1954 e seguenti, epilogata. Della speciale essenza della *sostanza eterea*, o de' così detti quattro fluidi imponderabili in cui si distingue, o sotto cui si appalesa ne' suoi fenomeni, non dirò che appena e da ultimo, quando svolte le nozioni occorrevoli al presente studio agrologico. Dividesi perciò la Sezione come segue:

Art. I. **Luce**
» II. **Calore**
» III. **Elettricità**
» IV. **Magnetismo**
» V. **Identità e singularità loro.**

Preferii di cominciare colla *Luce*, perciocchè dopo la cognizione de' suoi fenomeni, gli altri pur dovuti all'*eterea sostanza*, m'appaiono discendere meglio intendevoli.

Art. I. Della Luce.

2511. I raggi luminosi e benefici onde il mondo s'aggiorna, son *luce diretta* che il maggior astro manda alla Terra per suo vivificamento. Quella che dalla Luna ci perviene, non luce sua, ma *riflessa luce* del Sole è parimenti. E perciocchè l'atmosfera deono pur traversare, deviano in parte que' raggi dalla linea diretta, e dicesi ch' e' si *rifrangono*; o talora scompongonsi in vividi colori, onde l'*arco baleno* vagamente s' informa; o più altre modificazioni subiscono, per cui n'è d'uopo indagare coteste varie sue condizioni, e di qual guisa all'occhio nostro ed a' corpi più alla mano dell'agronomo, l'azion loro si fa manifesta. Non dubitò Filippo Re di segnalare la luce tra quegli agenti principali della vegetazione, cessando i quali s'arresta e cessa ella pure: la tenne anzi sì preziosa pe' vegetabili, da sospettare che sia anco più del calore a loro necessaria (1). Altri georgici e botanici ricisamente affermarono, vita e luce, morte e tenebre esser tutt' uno.

---

(1) Re. Elem. d'Agricolt. Milano 1815. Vol. I, pag. 68.

2512. A ragione il BOTTA proclamava «che questo lume di scienze fisiche e « naturali che ci attornia, queste forze così stupende che trovammo, questi così « numerosi comodi di vita che ce la fanno parere graziosa, questi tanti sussidii « che ce la fanno sana, sono tutti fattura di GALILEO: non che tutti gli abbia « trovati egli, ma perchè c'indicò e ci aperse la strada di trovarli tutti» (1). Ho già fatto cenno delle mirabili scoperte di quel genio impareggiabile (§ 1913), che ne svelò le comunicazioni cogl'infiniti mondi, a infinita distanza da noi, sfolgoreggianti di luce. Che se all'agronomo parte de' più stupendi fenomeni ottici direttamente non rilevano pe' suoi georgici studi, gran parte nondimeno è per lui di momento gravissimo, onde anche di questo stupendo ramo della FISICA gli è indispensabile apprendere le nozioni più al suo scopo vantaggiose (2). La *luce*, quella messaggera della Natura, è la vita del mondo, e subbietto d'ammirazione indicibile quando la veggiamo variopinta negl'insetti e nell'erbe, o nell'arco baleno, o nell'aurora boreale, o nel lampo; o quando cogli scritti, co' telegrafi trasmette i nostri pensieri: o ci manifesta le inesauribili bellezze della creazione: o dona al nostr'occhio il potere di trasfondere in altrui l'impressione de' nostri sentimenti. Ma se sorprende la nostra immaginazione quando pieghevole

Figlio del Sole il raggio settiforme
All'ombre in sen rotto per vetro obliquo
Splende distinto ne' color dell' Iri,

mentre concentrato

in breve foco
Stringesi ed arma innumerabil punte
A vincer la durezza adamantina (3)

se vezzosamente dipinge gli oggetti più delicati, e pur tien possanza da struggere i più refrattarii, non meno vince la nostra contemplazione co' prodigiosi fenomeni sia luminosi, o calorifici, o fisici, o chimici, onde la vegetazione promuove, invigorisce ed affina.

2513. La **luce** ha tale importanza nell'agricoltura, che quasi tutte le piante di cui si occupa, ne traggono la più essenziale condizione di sviluppo. Certe crittogame, ad esempio i funghi, l'orticoltura dee ripararle da troppa luce; lo stesso accade in generale per la germinazione di molte sementi, onde il terreno oltre gli altri suoi officii ha pur quello di sopperire a questo scopo, coprendo i grani nello stadio del germogliare. Ed appena germogliati, se rimangano privi di luce,

---

(1) BOTTA. *Contin. della St. del* Guicciardini. LUGANO 1832. Tom. 8, pag. 17.

(2) *Sous le titre d'encyclopédie des sciences agricoles, ou manufacturières, ou naturelles ecc., on désigne en Allemagne des notions générales sur toutes les branches de connaissances applicables à la spécialité designée par l'adjectif agricole ecc. Ce mode d'enseignement sommaire, à l'aide du quel un professeur se trouve chargé de résumer, de rappeler, ou de compléter un ensemble des connaissances élémentaires indispensables, sans être contraint de les approfondir toutes, serait particulièrement utile à introduire ...... ils est du moins indispensable d'éviter avec soin les pertes de temps inséparables des cours spéciaux et approfondis sur ces sciences accessoires ecc.* ROYER, l'Agriculture Allemande. PARIS 1847, pag. 221-222.

(3) MASCHERONI. Invito a Lesbia.

o se troppo viva li colpisca, molti vegetabili stenuano, e spesso muoiono. Il villico rileva di per sè la men felice vegetazione del frumento, e d'altre piante cui alberi, o alte siepi avversino la luce diretta del Sole: e i vantaggi di cui gode la vigna nel pendio soleggiato, perchè le secrezioni zuccherine ed aromatiche sono maggiormente favorite, perciocchè l'azione del Sole si partecipi a maggior superficie di foglie e di frutti. Potrei citare l'artificio di esporre ad esempio i pomi di terra alla luce per alcuni giorni innanzi di piantarli, per eccitare maggiormente la loro vitalità. Ma de' maravigliosi beneficii della luce è da dire nel V e VI LIBRO, ora solo da rammentarne l' importanza. Però, senza conoscerne a dovere le proprietà, di qual guisa in quel LIBRO medesimo spiegare così arcani fenomeni? Se un raggio di luce penetri oscuro luogo in cui sia qualche pianta, essa dirige a quella parte il suo fusto, le sue foglie. All'aperto la piumetta del seme, appena n'emerge, cerca la luce fuori di terra: le foglie le rivolgono la loro pagina superiore, la radicetta intanto cala per opposto senso quasi cercando di ascondersi. La pianta ombreggiata da qualche lato, piega quanto può verso la luce, senza la quale quasi tutti i vegetabili coltivati producono esili fusti, più tardivi fiori, men colorati, men saporosi e più scarsi e piccoli i loro frutti. Prive di luce, osservava il SENEBIER, le piante cessano di traspirare, e lo HALES lo avea già rimarcato. Il TULL giugneva a prescrivere di seminare i campi a striscie affinchè le vuote alternate colle *investite* lasciassero a queste a tutto agio il diretto influsso della luce.

2314. L'azione della luce per mia stima non è solo esterna ai corpi, non un semplice eccitante come volea il DECANDOLLE (1), e come generalmente si ritiene; ma dessa entra integralmente a comporsi colle loro interne molecole, specialmente ne' corpi di natura organica. Facoltà ch'io presumo comune a tutta la *sostanza eterea*, e si potrà di subito impugnare coll'osservazione dell'allungamento de' fusti delle piante, maggiore all'ombra che non al sole. Piselli cresciuti nell'oscurità raggiunsero l'altezza di **750** millimetri; alla luce non oltrepassarono i **189**. Si parrebbe adunque aumentasse più di volume la pianta priva di luce. Ma senza entrare ora in questa disputazione, mi francherò coll'esperienza del GASPARIN su tre gelsi della stessa varietà, l'uno esposto ai raggi solari da ogni parte, l'altro colpitone solo nell'ore del mattino, il terzo perfettamente all'ombra. Raccolte le foglie, staccatine i picciuoli, e diseccate, su **100** parti di materia fresca, s'ebbe

dal I° gelso	. . . .	0,45	di materia solida
II° »	. . . .	0,56	»
III° »	. . . .	0,27	»

Laonde, conchiude il GASPARIN (2), l'allungamento del vegetale cresciuto all'ombra consistere nel distendimento delle membrane delle cellule: non conseguirsi assimilazione di carbonio, nè formazione di fibra, che solo, e tanto maggiore si produce quanto è più intensa e continuata la luce, cui la pianta sia esposta. Una per tutte, senza luce, non havvi fruttificazione.

---

(1) DE CANDOLLE. *Physiol. végétale*. PARIS 1832, pag. 48.
(2) GASPARIN. *Cours Agric.* Ediz. cit. Tome II, pag. 97-98.

Però, investigando i fenomeni della nutrizione delle piante, vorremo esser cauti nel calcolare gli effetti della luce. Il DUTROCHET ponendo *mercorelle* e *morelle* a vegetare nell'acqua, sotto l'influenza della luce, quelle n'aspiravano più di queste; per l'opposito, nella oscurità, le *morelle* aspiravano più acqua delle *mercorelle*: contraddizione esistente pure tra il *chenopodio* e l'*ortica* (1). In generale una pianta esposta al chiaro di luce aspira molto più che all'oscuro: tuttavolta il LABILLARDIERE afferma che lo *areng* da zucchero, palmizio cui si fanno incisioni per trarne liquore zuccherino, più di notte ne sgorga che di giorno (2), e il MIRBEL, incisa la scorza d'un castagno, ne vide colare goccia a goccia il succhio nelle notturne ore più abbondante che nelle diurne (3). Ma quel liquore del palmizio di giorno era assai più zuccherino. E così, se nelle regioni nubilose dell'IRLANDA i *prodotti* de' cereali qualche volta ponno riuscire più abbondanti che nelle più meridionali, riescono però più azotati, cioè migliori ov'è più intensa la luce: gli olii, gli alcooli, le essenze, non hanno valore ne' climi coperti a fronte delle splendide zone tropicali, e nelle ANTILLE il caffè non ha più il profumo di quello vegetante sul GOLFO ARABICO.

Ma lasciamo ad altro momento coteste fisiologiche indagini, e ristiamo alle proprietà generiche e speciali di questa *sostanza*, di cui s'è chiarito a sufficienza quanto importi aver retta contezza.

[1] Generalità.

2515. Di **luce propria** evidentemente dotati, il Sole, le Stelle, alcuni animali, i corpi in combustione, in ignizione, e talora solo in putrefazione. Altri soltanto forniti di luce, quando illuminati da quelli, e li chiamiamo

Opachi se non dieno punto passaggio alla luce da cui colpiti;

Trasparenti quando atti alla sua trasmissione. Se come la ricevono, regolarmente trasmettonla, chiamansi *diafani*; tali i cristalli, i vetri, l'acqua pura, l'aria ecc.: se irregolarmente, diconsi *translucidi*, come il talco, il vetro smerigliato, la carta, alcuni tessuti ecc. Quando la canape grandicella offre il gambo translucido, se ne presagisce ottimo sviluppo, e lo stesso di molte altre piante interviene.

2516. **Opacità** perfetta, assoluta, non si può forse per mia stima ammettere in alcun corpo: tagliando infatti i più opachi in lamine sottilissime, divengono *translucidi*. Effetto simile, rendendoli incandescenti, conseguesi. Or vedi contraddizione. Ammettono alcuni la luce provenire da reale emissione di materia o sostanza, la quale incontrandosi ne' corpi opachi e neri n'è da questi assorbita; e tuttavia non entri la luce nella composizione intima di questi corpi. Che ne fanno adunque posciachè l'assorbirono? e quelli rimasti per tempo indefinito esposti alla luce quando perverranno a saturarsene? quando a ringorgarsene? ovvero hanno facoltà nello assorbirla di struggerla, benchè nella materia soltanto il nulla possa rivertersi in nulla?

---

(1) DUTROCHET. V. *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*. T. IV, pag. 151.
(2) LABILLARDIERE. Voyage à la recherche de LA PEYROUSE, I, pag. 303.
(3) MIRBEL. *Mém. sur les fluides contenus dans les végétaux*; lu à l'INSTITUT, 18 frim., an. XIV.

2317. Senza **sostanza materiale**, non ammettesi corpo *luminoso*; cioè a dire, senza materia ponderabile produzion di luce non vuolsi possibile, sia poi la materia in istato *solido*, *liquido*, o *aeriforme*. Il corpo *luminoso* si considera come un complesso di atomi o diresti punti *irradianti* o *irraggiatori*, che diffondono la luce a guisa degli infiniti raggi che da un centro ponno condursi alla superficie d'una sfera di diametro indefinito. L'insieme di parecchi *raggi luminosi* o *raggi ottici*, costituisce il *fascio luminoso*, e ciò che chiamasi anco *pennello*, o *cono*, o *piramide* ottica.

2318. **L'Ottica** è generalmente la scienza della LUCE. Però così chiamasi più specialmente, quando tratta della *luce* che *direttamente* giugne all'occhio dal corpo *luminoso*, cioè della LUCE DIRETTA.

Catottrica, se studia la *luce* che rimbalza dai corpi *opachi*, e dicesi LUCE RIFLESSA.

Diottrica, se riguarda a quella trasmessa dai corpi *trasparenti*, cioè la LUCE RIFRATTA.

Una pianta all'aria aperta è colpita dalla *luce diretta* (§ 2311): se all'ombra in faccia a muro, ad esempio, percosso dal Sole, essa risente l'azione della *luce riflessa*: se nella serra, a traverso de' vetri le perviene la *luce rifratta*. Quindi l'OTTICA, la CATOTTRICA e la DIOTTRICA ne sveleranno la differente azione sugli animali e sulle piante prodotta dalla luce *diretta*, dalla *riflessa* e dalla *rifratta*.

2319. Alcuni fisici distinguono l'OTTICA generale in ottica *geometrica*, ed ottica *fisica*, cui poi dovrebbero aggiugnere un'ottica *chimica*: io seguirò l'ordine che dalle più facili nozioni alle più complicate conduce.

[2] Luce diretta, ossia OTTICA.

2320. La **propagazione della luce** in linea retta è un fatto di quotidiana esperienza, e nel § 1051 e 1886 s'è rilevato come da questa proprietà della luce traesi modo di tracciare linee rette sul terreno. Che poi si propaghi per *isfera* s'è pur detto (§ 2301) e ne consegue la divergenza de' raggi stessi, onde l'intervallo tra loro cresce quanto più distanti dal centro da cui partono (§ 1843 e seguenti). Ma perchè cotesti raggi sono di numero indefinito, quindi molti di loro si conservano estremamente vicini anche a distanza enorme. Tuttavolta se due raggi *ottici* partano da un punto luminoso e a distanza di dieci mila metri l'intervallo tra di loro sia d'un metro, l'angolo ch'e' fanno a quel centro sarà sì piccolo, da poterli considerare come paralleli: a maggior ragione lo si potrà per quelli compresi entro quel metro. Si rimemori quanto al § 1845 e seguenti, s'è geometricamente investigato.

2321. **Diffondesi** la luce più o meno intensa a norma del mezzo che traversa, ed ancorchè sia esso già illuminato. Qualcuni nel declinar del giorno accendendo lume di lucerna, credono aumenti la luce di questa, escludendo, mercè la chiusura delle imposte, quella fuggente del crepuscolo. Realmente la fiaccola ci apparirà risplendere di più, perchè rimane essa sola a colpire l'organo della vista; ma la total luce dell'ambiente è maggiore quando vi è pur quella del giorno

che imbruna. Così due eguali fiaccole danno maggior luce d'una sola; anzi la fiamma d'una candela vedesi traverso quella d'un altra, e ponendole a contatto l'impressione diviene vivissima. Guardando di faccia un becco a gas che abbia il getto a ventaglio, è assai meno abbagliante di quello che veduto di profilo.

2322. La **resistenza del mezzo** influisce sulla intensione della luce.

Nell'*aria*, la luce de' corpi celesti traversando l'atmosfera, pel tratto di 350 metri vicino a terra, secondo il BOUGUER, perderebbe l'1 per cento d'intensione, perdita che riesce insensibile per il tratto di metri 5, 5.

Nell'*acqua*, la fiamma d'una candela riesce invisibile veduta a traverso uno strato di 230 metri circa di esso liquido. E secondo lo stesso BOUGUER verun raggio solare penetrerebbe nel mare al di là di 230 metri sotto la di lui superficie.

Le *nubi*, le *nebbie* oscurano il giorno, come ognun conosce, e rileverai parecchie volte in TORINO la fiamma de' pubblici fanali a gas scomparire affatto a distanza di 12 a 15 metri.

Il *vetro* ne scema pure l'intensione, secondo la qualità e grossezza, e lo stesso dicasi di altri corpi *trasparenti*, onde porgono il mezzo di comporre il più ovvio ed economico *lucimetro* (§ 2335).

2323. La **velocità della luce** è tra i fenomeni che più rivelano la potenza e nobiltà degli studi astronomici. La luce perviene dal Sole alla Terra in 8 minuti primi, 17'', 78. Valicare tanta distanza in mezzo *quarto d'ora*, è sorprendente. Dunque la luce del Sole nel mattino ci arriva sol dopo 8 minuti della di lui levata, e per compenso perdura a vespero egual tempo dopo ch'è tramontato. Ma come farsi concetto degli astri della *Via Lattea* visibili solo nel telescopio di 6 metri dello HERSCHEL, la cui luce impiegherebbe 2000 anni per arrivare sino a noi? Se non che, tanto soverchia, dicea il BESSEL (1), i limiti delle nostre facoltà d'intuizione, lo spazio percorso dalla luce nel tempo d'un anno, quanto quello nel tempo di dieci. Piuttosto meditiamo altro riflesso. Se la velocità della luce non fosse enorme, cioè quale s'è detta di 31099 miriametri (2) per minuto secondo (§ 1975), noi avremmo ad esempio in Marzo la luce del sole di Febbraio e via dicendo. E difatto il Gran Cancelliere BACONE, considerando l'immensa distanza che da loro ci separa, richiedea se tutti gli astri che veggiamo brillare, nello stesso tempo esistono ancora (3). Or vedi quale immenso *concetto* emerge dallo apprezzare la misura della velocità della luce! Veggiamo astri in cielo, la cui luce deve avere impiegato migliaia e migliaia d'anni e forse di secoli per giugnere sino a noi: abbiam dunque la prova ch'essa esiste da tempo per noi incommensurabile!

2324. Tra luce d'una origine e luce d'un'altra, può esistere divario di velocità. Il WHEATSTONE sperimentando col suo specchio girevole, trovò la velocità

---

(1) SCHUMACHER's. *Jahrbuch für* 1839, pag. 50.

(2) Secondo l'esperienza del FIZEAU sarebbe di miriam. 31079. COMPT. RENDUS. T. XXIX, p. 92, prossima a quella del DELAMBRE di miriam. 31094. *Hist. de l'Astronomie mod.* Tom. II, pag. 653.

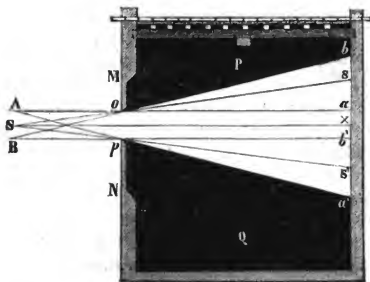
(3)....*videlicet utrum cœli sereni stellati facies ad idem tempus cernatur quando vere existit, an potius aliquanto post.* F. BACONIS DE VERULAMIO. Nov. Organum. Lib. II. VENETIIS 1775, pag. 250.

della luce prodotta dalla elettricità *di stropicciamento*, maggiore di quella della luce solare nel rapporto :: 3 : 2, avendola rinvenuta di 46 mila miriametri per minuto secondo. Questo non esclude che la luce in ultima origine sia *sostanza eterea*, come l'elettrico. Già W. Herschel congliietturava la luce del Sole e delle Stelle come risultato d'azioni elettro-magnetiche, e pareggiabile a perpetua aurora boreale. Oltracciò le sperienze del Wheatstone non recano confronto di eguali circostanze, sia pe' mezzi traversati dall'un fluido o dall'altro; sia per l'enormità delle masse donde la luce degli astri, e la sua diffusione a sfera, non per una sola linea (§ 2304 1°); sia per l'immense distanze trascorse ecc; sia perchè l'autore stesso ritiene le sue conghietture, di nuova conferma abbisognanti.

Del resto la *sostanza eterea* quando nella forma e condizione di luce, è dotata d'uniformi proprietà di guisa che, qualunque sia la grandezza degli astri, la sua velocità è la medesima (1) come quando è nella forma e condizione d'*elettrico*: chè allora questo imponderabile eziandio gode proprietà identiche quali da indagare a suo luogo. Ora innanzi di procedere, è da conoscere l'apparecchio ottico più semplice, onde molte proprietà della luce ponnosi più agevolmente investigare.

2325. **Camera oscura** (2) o camera nera chiamasi ambiente chiuso da ogni lato, e con pareti tinte di nero per impedire gli effetti della luce *riflessa*: il quale abbia una imposta dal lato del Sole, in cui si aprono o chiudono piccoli fori per introdurre od escludere i suoi raggi luminosi.

Per **le piccole aperture** entrando essi, rilevansi fenomeni importanti. Sia P Q (fig. 608) lo interno della camera oscura, coll'imposta MN, ove il foro

Fig. 608.

op, supposto assai maggiore del vero rispetto all'ambiente, per più chiarezza.

---

(1) *Les expériences sur l'égale déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la Terre marche, ou dont elle s'éloigne, rendent compte de l'égalité de vitesse apparente des rayons de toutes les étoiles.* Arago. Compt. Rend. Tom. VIII, p. 326.

(2) La camera oscura è invenzione del Porta.

Tre punti luminosi, irradianti (§ 2317) A, S, B, penetrano raggi per *op* producendo i fasci di luce A *aa'*, S *ss'*, e B*bb'*. E' s'intersecano, e che n'avvien egli? Lo spazio *opab'* è illuminato da tutti e tre i punti A,S,B: lo spazio *o s a* da B ed S, e lo spazio *p b's'* da A ed S: ma lo spazio *bos* è rischiarato solo da B, ed *a' s' p* solo da A. Il resto della camera non può aver luce diretta da veruno dei tre punti. Dunque il primo spazio ne darà in *a b'* lo spazio più illuminato, e dicesi *nucleo dell'immagine luminosa*: meno lo saranno *a s*, e *b's'*, e ancor meno *bs* ed *a's'*. Il chiarore di quest'immagine paleserebbe come tre gradi rispondenti ai numeri 3, 2, 1. Ma se i punti irradianti (ed è quanto accade se A S B sia un solo corpo luminoso) fossero 100, 1000 ecc. questi gradi sarebbero tanti e sì minimamente inferiori l'uno all'altro, nell'ordine decrescente dal centro o asse x del nucleo all'esterno contorno dell'immagine, o del fascio luminoso, da formare una sfumatura insensibile.

Ma più allontanasi il corpo AB dal foro *op*, più quella divergenza si restrigne, e tanto che alla fine *b a'* riuscirà eguale in ampiezza al foro *op*, e potremo considerare tutte quelle linee come parallele. Lo che a conferma del § 2320 dimostrandoci di nuovo che la luce del Sole rispetto al corpo illuminato si può tenere per un fascio cilindrico (§ 1888).

2326. La **Camera ottica** non è altro che la camera oscura ridotta ad uopo di disegnatori, ed offre mezzo di copiare paesaggi anco all'aperta campagna. La cassetta A B C D (fig. 609) ha il foro nel piano superiore, fornito di tubo MNOH e di *lente convessa* MN. Mobile il tubo, concede di abbassare o alzare la lente alla debita distanza dal fondo su cui disponesi la carta per segnarvi i contorni della immagine degli esterni oggetti. Immagine ch'è di certa guisa introdotta dallo specchio inclinato P Q girevole intorno P. Questo, per le ragioni da vedere più sotto, *riflette* sulla lente i raggi di luce riverberati dagli oggetti: e la lente li trasmette sul foglio di carta ne' modi pur da dire più innanzi. La figura intanto ne mostra il disegnatore che introduce la testa e la mano per l'apertura laterale FE, la quale richiudesi con tela nera L; e trova su quel piano D C un quadro esatto e vivissimo degli oggetti dallo specchio esterno PQ riverberati. Allo specchio ed alla lente sostituiva il CHEVALIER un prisma isoscele di cristallo, come in altro luogo riuscirà più intendevole, avendo ora fatto cenno della *camera ottica* unicamente per la sua relazione colla *camera oscura*.

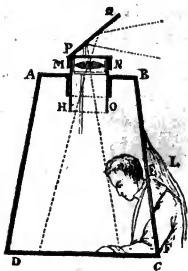
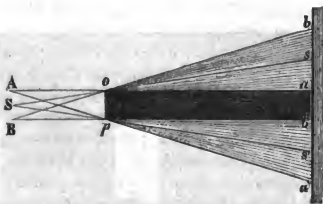



Fig. 609.

2327. Della **penombra** non dissi parlando dell'ombra nel CAPITOLO precedente, perchè ora è meglio da comprendere. Al posto del foro *o p* ponete il corpo opaco che riceva luce da tre analoghi punti luminosi A,S,B (fig 608). Per l'enunciata ragione del nucleo dell'immagine luminosa, si avrà per converso in *a b'* l'ombra più oscura, ed *as* e *b' s'* lo saranno meno, e infine meno ancora *bs* ed *s'a'*: quel primo nucleo è l'*ombra*, e il complesso degli altri spazii forma la

penombra, la quale è dessa pure una sfumatura in senso inverso del chiarore dell'immagine, per la stessa ragione dell'indefinito numero di punti irradianti del corpo luminoso (§ 2525). Avviene poi dell'ampiezza dell'ombra totale quanto s'è avvertito al § 1888; se non che, l'ombra conserva in quel più ristretto perimetro le stesse gradazioni di oscurità. La quale oscurità è inoltre relativa alla luce da cui è contornata. Quando il Sole in sereno e pien meriggio

Fig. 610.

produce l'ombre sì pronunciate, il grado d'oscurità di queste è invece minore che non quando il Sole è velato alquanto nel suo splendore, o s'accosta all'orizzonte. Infatti l'ombra della vostra casa vi sembrerà più nera in quel primo caso, che sul declinare del giorno, e nondimeno a quell'ombra potrete leggere un libro, e nol potrete a quest'altra.

2528. **Curioso fatto** è l'immagine sempre circolare che il piccolo foro *op* (§ 2525) qualunque sia la sua forma produce sovra un piano perpendicolare alla direzione de' raggi lucidi: cioè in realtà il fascio di luce è sempre cilindrico, e nel piano si disegna non la immagine del foro, sì bene quella del corpo luminoso donde quel fascio di luce procede, ed i cui raggi, per la immensa distanza del Sole, in direzione parallela pervengono.

Perciò nell'ombra degli alberi ricchi di molto fogliame, veggonsi sul terreno piccole immagini elittiche quanto è il Sole più vicino all'orizzonte, ed ognor meglio prossime alla figura circolare quanto è più presso al meriggio, conciossiachè in questo caso il piano del terreno è situato meno obliquamente a'suoi raggi luminosi.

Che poi la forma di quelle immagini sia simile a quella del corpo luminoso, puoi accertartene introducendo pel foro della camera oscura la luce della luna *falcata*, perchè avrà pur figura di falce anche la immagine che ne è prodotta.

[3] Fotometria.

2529. **L'intensione della luce** sta in rapporto del numero di raggi luminosi onde un dato corpo è colpito, o piuttosto che si trovano riuniti in un dato spazio. Se al lume di una candela F (fig. 611) puoi leggere un libro posto in C D a distanza doppia di quella A B in cui sia dato di leggerlo a lume di altra fiaccola, l'intensione della luce onde può leggersi in C D non è solo doppia, ma quadrupla di quella che concede di leggere solo alla distanza A B. Infatti al libro posto in CD pervengono i raggi F C, ed F D; non quelli tra F*m*C ed FA*o*, e nemmeno quelli tra F*n*D ed FB*p*: ma questo accade non per le sole linee C D ed A B, ma per tutta l'area del libro. I raggi perciò che colpiscono il

libro A B, prolungati comporrebbero una piramide le cui sezioni parallele starebbero tra loro come i quadrati delle distanze dal vertice F (§ 1542. III).

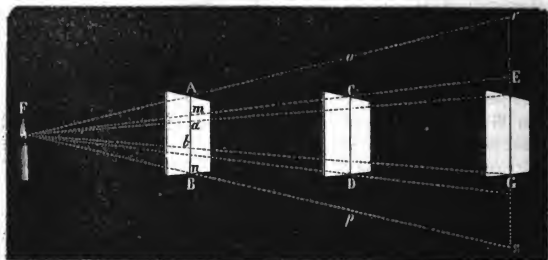
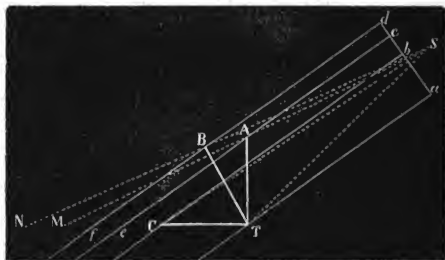
Fig. 611.

2330. L'inclinazione dei raggi di luce influisce pure sulla sua intensione. Un muro verticale T A (fig. 612) è rischiarato dai raggi compresi tra S A ed

Fig. 612.

S T: una sponda inclinata T B gode quelli tra S T ed S B : eguale spazio piano TC ha solo quelli tra S T ed S C. Dunque il terreno orizzontale T C è colpito dal solo fascio T S C: il muro T A da TSC+CSM; e la sponda T B da TSC+CSM+MSN. Considerando i raggi luminosi come paralleli (§ 2325), un circolo piano di diametro TC godrebbe un cilindro di luce di diametro *a b*: se ritto come T A l'avrebbe di diametro *a b*+*b c*: se inclinato come T B, di diametro *a b*+ *b c*+ *c d*. Memorate le considerazioni sull'OMBRA della SEZ. V, CAP. VI, il grado d'influenza della direzione de' raggi luminosi sul terreno, e sulle piante verrà investigato ne' LIBRI che vi si riferiscono.

2331. Nel **confronto tra luce e luce** di origini diverse, è da segnalare quello della luce solare colle due luci più potenti che possano artificialmente prodursi. La luce del DRUMMOND (prodotta dal getto d'una fiamma d'idro-

geno e d'ossigeno sovra un pezzo di calce) quantunque abbagliante, è inferiore alla solare :: 1 : 146. Quella però del DAVY (corrente luminosa ottenuta tra due carboni) colla pila elettrica del BUNSEN si giugne ad ottenere minore della solare soltanto :: 1 : 2,5 (1). Del resto è da tener calcolo della differenza di velocità che l'esperienza del WOLLASTON (§ 2324) n'ha segnalata, ed a suo luogo se ne comprenderà la ragione.

La **intensione** della luce qualche volta si confonde colla capacità nostra di apprezzarla. Gli antichi, ed anche gli Arabi si servivano di lunghi tubi per affisare, a traverso le fessure delle loro alidade, i corpi celesti. Chiarissimamente ABOUL-HASSAN li descrive, ed erano usati a MERAGNA nell'Osservatorio fondato da HOULAGOU. Come poteano eglino senza aiuto di lenti discernere le stelle durante il crepuscolo? Perchè i tubi non fanno aumentare la luce, ma risparmiano all'occhio la sensazione prodotta dalla luce laterale diffusa che lo colpirebbe, e quindi l'impressione dell'obbietto fissato, rimanendo unica e più vigorosa nell'organo della vista, vi scolpisce l'immagine più distinta, più luminosa e più grande.

2332. **Misurare la luce**, o per meglio dire il chiarore, l'intensione di una data luce, può interessare il fisiologo botanico il qual voglia sapere a capello l'influenza di questo fluido imponderabile nello sviluppo de' vegetali, della stessa guisa che si calcolano quanti gradi di calore per somma complessiva occorrono alla perfetta maturazione delle diverse specie di piante. D'altronde conoscendo la maggiore o minore quantità di luce, se ne può arguire la maggiore o minore trasparenza dell'aria. La quale dipende dalla quantità di vapore acqueo che tiene in più o meno perfetta dissoluzione. Ora cotale stato di dissoluzione ha rapporto diretto colla temperatura, quindi la quantità di luce che il Sole tramanda sino a noi, soprattutto dipende dalla più o meno elevata temperatura dell'aria.

Il GASPARIN, dopo avere esposti i metodi del SAUSSURE (2), e del BIANCHI (3) riferisce le prove da lui fatte per conoscere la diafanità dell'aria. Con un cannocchiale risguarda dal lato dell'obbiettivo un punto lontano, ed allunga il tubo finchè cessa di scorgerlo: poi appunta lo strumento contro altro obbietto di pari forma e grandezza, posto a metà di distanza del primo, e dalla quantità di allungamento cerca di giudicare della trasparenza dell'aria. Da questo metodo, da sperimentare con altre prove come il GASPARIN medesimo avverte (4) e' mi parrebbe potersi indagare il mezzo per misurare o la trasparenza dell'aria quando si può giudicare prossimamente eguale l'intensione della luce, ovvero

---

(1) FIZEAU et FOUCAULT. *Recherches sur l'intensité de la lumière ecc.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences (1844). Tom. XVIII, p. 753.

(2) Il SAUSSURE tracciava sovra alcuni fogli bianchi dei circoli neri di diversi diametri: e collocandoli a tali distanze, che veduti da dato punto que' cerchi non si potessero più distinguere, misurava cotali distanze, calcolando se stavano tra loro nello stesso rapporto di quello de' diametri. Lo che verificandosi ne inferiva che l'aria era perfettamente trasparente. Se per l'opposto le distanze erano : : 1 : 11, ed i diametri invece : : 1 : 12 conchiudeva intercettarsi dall'atmosfera 1/12 di luce. *Memorie* dell'Accademia di TORINO. Tom. IV.

(3) Il BIANCHI osservava ogni giorno la stella polare con cannocchiale di metri 1,62 di fuoco: ne' giorni in cui non potea scorgerla chiaramente, giudicava l'aria carica d'umidità. *Mem.* della SOCIETA' ITALIANA. Tom. XX, pag. 625.

(4) GASPARIN. Cours d'Agric. T. II, p. 101.

inversamente apprezzare la intensione della luce sotto pari trasparenza dell'aria di questo modo. Fissi l'agronomo dalla sua finestra una cima di edificio, una vetta di montagna, e segni l'allungamento del cannocchiale, necessario perchè cessi la visione di quell'obbietto. Se l'aria è torbida, ovvero se quell'obbietto è più o meno illuminato, dovrà più o meno scortare lo strumento. Del che dirò più in acconcio al II LIBRO, proseguendo ora piuttosto sulla vera misura della luce.

2333. Il **Fotometro**, ossia apparecchio qualunque per misurare l'intensione della luce, è problema che da un secolo e mezzo ha stimolato i più illustri sapienti (1). Nell'anno 1837 una stella della costellazione l'ARGONAVE, acquistò un aumento straordinario di splendore, e questo eccitò anche maggiormente il desiderio negli astronomi di pervenire a misurare per così dire i vari gradi di splendore della luce; ma sin' ora un metodo esatto e pratico è un desiderio. Per gli studi agrologici importerebbe conoscere la differenza d'intensione tra la luce del Sole e quella della Luna. Il grande GALILEO sin dal 1612, con meravigliosa sagacità conchiuse che il più oscuro nucleo delle macchie del Sole, è più brillante della porzione più splendida della Luna piena (2). Il WOLLASTON, nel 1799, mercè confronti con ombre dipendenti dalla luce di candele, dedusse che la luce del Sole è 801072 volte più brillante di quella della Luna piena, estimazione dal BOUGUER fissata a sole 300000 volte (3). La misura della luce *cinerea* della Luna medesima, sì variabile a norma delle rispettive posizioni della Terra, sarebbe pur argomento perchè si rinvenisse un metodo *fotometrico* spedito e rigoroso (4). E parrebbe necessario per ragione della mutabilità o cosmiche variazioni che gli astri manifestano, non solo nella loro posizione nello spazio, ma nel chiarore a ciascun d'essi speciali. È più poi per la somma relazione della temperatura della nostra atmosfera colla intensione della luce, e per la sì vitale dipendenza delle funzioni degli esseri organici colle quantità di luce e di calore, ossia generale vincolo tra la *sostanza organica* e l'*eterea*.

2334. Della **luce di due lampade** o di due becchi a gas, fa confronto il BUNSEN di questo modo: compone un *parafuoco* di carta imbevuta (fuorchè in piccolo spazio al centro) d'una soluzione di spermaceto nella *nafta* (olio di sasso) rettificata. Posta una fiaccola da una parte in modo che trasparisca lo spazio non imbevuto di quella soluzione, se si colloca un altro lume davanti al *parafuoco*, quello spazio più non si distingue, col crescere la distanza a cui questo secondo lume è posto. Ora questa distanza varierà, secondochè sia il medesimo

(1) Dall'AUZOUT e dall'HUYGENS sino al BOUGUER ed al LAMBERT; dall'HERSCHEL W., dal RUMFORD, dal WOLLASTON allo STEINHELL ed a J. HERSCHEL, HUMBOLDT ecc.

(2) V. ANNUAIRE pour l'an. 1842 par le Bureau des Longitudes. ARAGO. *Not. scientif.* du SOLEIL, pag. 482.

(3) Tuttavia il sole sarebbe tra gli astri di mediocre splendore. *Sirio*, ad esempio, si pretende 63 volte più brillante.

(4) Le macchie del Sole emettono anche minor calore del rimanente disco luminoso; il dimostrò lo HENRY nel 1815 a PRINCETON nell'America (*Phylosoph. Magaz.* Ser. III. T. XXVIII, pag. 230). Il CAPOCCI nel Congresso di NAPOLI notò l'influenza di taluni punti del globo solare nel produrne le macchie, influenza che si collegherebbe con quella del WERVANDER appoggiata dallo STRUWE, della diversa facoltà calorifica sulla superficie solare. *Atti del Congresso di* NAPOLI (1846) pag. 1027.

più o meno intenso: quindi servirà essa a misurare questa medesima maggiore o minore intensione.

Un foglio di carta grossa da disegno, la cui costola sia *abc* (fig. 615) intonacata d'acido stearico da *a* fino in *b*, venga illuminata da fiaccola in B. Supponendo per maggiore semplicità che sia illuminata da raggi di luce paralleli, riceverà in ogni suo punto egual quantità di luce: ma porzione sarà *riflessa*, ed altra secondo il grado di trasparenza, trapasserà il foglio di carta. Il quale sembrerà scuro in *ab*, e chiaro in *bc*, perchè in *ab* vi è perdita di luce in causa della trasparenza. Aggiugnendo dall'altro lato la fiammella A, perchè il foglio di carta sembri omogeneo, cioè tutto illuminato egualmente, sarà necessario che la porzione di luce, la quale prodotta da A trapassa la porzione trasparente, equivalga alla porzione di luce che emanata da B era perduta per la stessa ragione. Supponendo A e B collocate a pari distanza dal foglio di carta, se A fosse più intensa, maggior luce trapasserà per *ab*, ed allora questo pezzo sarà più illuminato di *bc*: inversamente, se A sia meno intensa di B.

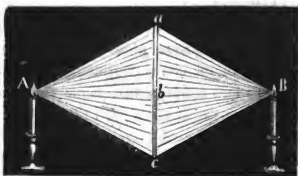
Fig. 615.

2535. Il **lucimetro** più economico è per avventura quel mezzo ideato dal LAMPADIUS (1), memorato dal MAJOCCHI. Sottili lamine o dischi di corno di cervo si dispongono l'una presso l'altra fintantochè il corpo luminoso riesca invisibile: il numero delle laminette necessario per intercettare la luce di due o più fiaccole, ne farà conoscere prossimamente quali illuminano più e quali meno. Volendo sperimentare diverse qualità d'olii, s'adoperino parecchi fogli di carta di colore chiaro, sovrapponendogli gli uni agli altri. Affisando le fiammelle delle lucerne (possibilmente preparate allo stesso modo, ma colle diverse specie d'olii), il numero de' fogli necessarii per occultarle a prefissa eguale distanza, ne indicherà la bontà rispettiva in ragione del maggior numero de' medesimi fogli.

Questo metodo è solo approssimativo, però e quanto basta per agricole valutazioni. Il LAMPADIUS trovò, ad esempio, necessarie per intercettare la luce della fiamma di una candela

		Lamine di corno di cervo
di sego	N°	36
di ciel sereno	»	60 a 65
de' raggi solari	»	80
del fosforo in combustione nell'ossigeno	»	98

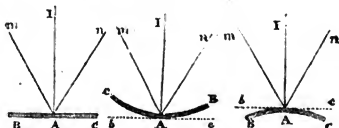
Ma non deesi inferirne che l'intensione della luce da que' diversi modi prodotta stia :: 36 : 60 : 80 : 98, perchè oltre la differenza probabile tra lamina e lamina, non si conosce la quantità vera di luce da ciascuna d'esse intercettata.

(1) LAMPADIUS. Beiträge zur Atmosphärologie. FREIBERG 1817, pag. 164.

[4] Luce riflessa o CATOTTRICA.

2556. La I[a] **legge catottrica** per la quale l'*angolo di riflessione* del raggio luminoso è eguale all'*angolo d'incidenza* del medesimo, fu avvertita nel § 1179 (CAP. VI).

La II[a] **legge catottrica** dimostra che il *raggio incidente e il riflesso si trovano nello stesso piano della normale al punto d'incidenza.*

Gli angoli che si considerano, sono quelli appunto formati colla normale, ovvero i loro *complementi*, come furono considerati in quella sperienza della moneta appesa al muro (§. 1179). L'ALIGHIERI ne descrisse quella I[a] fondamental legge (1), ed è agevole sperimentarla con qualunque forma di specchi. Il raggio di luce *m* A, fig. 614, cade sulla superficie B A C; al punto d'inci-

Fig. 614.

denza A sia condotta l'AI perpendicolare, allo specchio s'è piano, ovvero al piano tangente in quel punto allo specchio medesimo quando sia sferico. Imaginando altro piano che passi per questa perpendicolare A I, e pel raggio *incidente m* A, il raggio riflesso si troverà pure in questo piano, e farà colla perpendicolare A I l'angolo I A *n* di *riflessione* eguale all'angolo I A *m* d'*incidenza* formato dal raggio d'*incidenza* colla medesima perpendicolare. Se poi il raggio cada normale, nullo è l'angolo d'*incidenza*, e nullo egualmente quello di *riflessione*; cioè il raggio si riflette sovra se stesso.

2557. **Speculare** o *regolare* è la *riflessione* che ubbidisce alle prefate leggi, e si verifica pei corpi a superficie *liscia* e *pulita*, anco detti *splendenti*. Gli *scabri*, e gli *striati*, riflettono luce quanto basta per rendersi visibili, ma con *riflessione irregolare*. Per la *speculare* veggiamo il corpo illuminante meglio di quello che riflette la luce da esso procedente: così è la moneta più visibile dello specchio, nella sperienza del § 1179: per la *irregolare* veggiamo invece il corpo illuminato o che riflette la luce. Se invece dello specchio della figura 155 vi

---

(1) DANTE notando colla linea del cader della pietra la normale da cui si misurano gli angoli, così mirabilmente dipinse la legge di riflessione:

Come quando dall'acqua o dallo specchio
Salta lo raggio in opposita parte
Salendo su per lo modo parecchio
A quel che scende, e tanto si diparte
Dal cader della pietra in egual tratta
Sì come mostra sperienza ed arte;

PURG. Canto XV. v. 16.

fosse una lastra ruvida, vedremmo questa e non la moneta: lo specchio tuttavia, oltre la moneta, è pur visibile, perchè *riflette* anche porzione di luce *irregolarmente*.

2338. L'**intensione** della luce *riflessa* è perciò minore della *diretta*, e il BOUGUER trovò inoltre cotesta diminuzione dipendente dall'angolo d'incidenza, e dalla natura, o forse pulitezza de' corpi *splendenti* o *riflettori*. Computando a **1000** l'intensione della luce diretta, e calcolando l'angolo fatto colla superficie di riflessione, ottenne (1) questi dati:

Inclinazione	Acqua	Vetro	Marmo nero
Gradi 0,50	721	—	—
» 2,50	614	584	—
» 3,35	—	—	600
» 10	333	412	—
» 15	211	299	156
» 30	65	112	51
» 40	34	57	—
» 50	22	34	—
» 60	19	27	—
» 80	18	25	23

I quali dati avranno in seguito utile applicazione: ora basti rilevare che i cattivi *riflettori*, sotto piccoli angoli d'inclinazione riflettono quasi quanto i buoni.

2339. La **forma** de' corpi *riflettori*, ossia la figura della loro superficie, cagiona maggiori differenze; quindi il vario effetto degli *specchi piani*, *concavi* o *convessi*.

Nello *specchio piano* di vetro, la luce è *riflessa* un poco dalla lastra di cristallo, ma la maggior parte dalla foglia di *stagnuola* amalgamata che da tergo la ricopre: l'ufficio del vetro è solo di guarentirla perchè ossidandosi perderebbe il suo lucido *speculare*. Quindi in realtà, gli specchi di cristallo sono specchi metallici, e DANTE chiamavali di *piombato vetro*. Il vero specchio di vetro si ottiene con lastre di cristallo ben levigate nella superficie anteriore, e colla opposta smerigliata e coperta di vernice nera, o con nero drappo. Gli specchi *piani* non alterano punto nella riflessione l'andamento dei raggi luminosi.

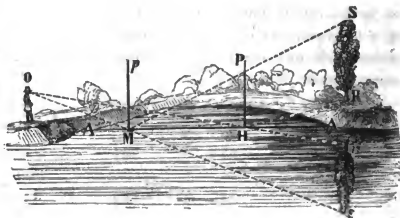
Nello *specchio concavo* la superficie può essere *sferica*, *elittica* ecc. (§ 1684 e 1725). Riguardiamo di nuovo la figura riportata al § 1724, e quella del 1725, cioè la 413 e la 414: quanto n'abbiam detto ivi, spiega a capello il modo e gli effetti di riflessione degli specchi *concavi*, facilmente apprezzevoli per superficie *cilindriche*, *sferiche* ecc.

2340. Immagini virtuali diconsi quelle formate dai raggi riflessi dietro lo specchio e simmetriche degli oggetti che rappresentano. Il pioppo S specchiandosi nell'acqua A A (fig. 615) invia de' raggi che riflettonsi in H ed M

---

(1) BOUGUER. *Traité d'optique sur la gradation de la lumière*. PARIS 1760.

e pervengono all'occhio dell'osservatore O. La figura stessa dimostra a sufficienza, perchè in forza dell'eguaglianza degli angoli d'*incidenza* e di *riflessione*

Fig. 615

il pioppo S sarà veduto nel posto *s* e coll'immagine rovesciata, qual è appunto *s r* rispetto ad S R; immagine che appare situata nella perpendicolare che passa per S, ed i cui punti *s* ed *r* sono distanti dalla superficie riflettente A A quanto S ed R corrispondenti punti dell'oggetto. Questa *immagine virtuale* similmente si rileva quando riguardiamo una persona in uno specchio: essa ci appare di dietro dal medesimo a distanza eguale di quella della persona dallo specchio: inoltre il di lei lato destro presenta il posto del lato sinistro, e viceversa; l'immagine non essendo eguale all'oggetto, ma simmetrica.

A maggior chiarimento, colle seguenti figure riveggasi l'effetto delle varie fogge di specchi.

2341. Specchio piano veduto per coltello o profilo, sia A B (fig. 616): *m* il punto raggiante, *m* C il raggio *incidente*, C *n'* il *riflesso*. L'occhio posto in *n'* riceve la sensazione della luce nella direzione *nn'*, ed in essa scorge l'immagine di *m*. Calata da *m* la perpendicolare *m*D e protratta finchè incontra la *n'*C prolungata, essendo eguali gli angoli D C *m*, B C *n'* sarà pure $nCD = DCm$; quindi $nD = Dm$: e il punto *m* sarà veduto come se fosse posto in *n*. Lo che dovendo sussistere per quanti punti aver possa un oggetto *m* qualunque, la sua imagine sarà sempre veduta dietro allo specchio a distanza pari alla distanza reale sua del medesimo.

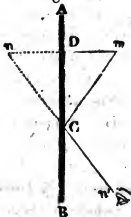



Fig. 616.

2342. Specchio concavo veduto di profilo sia ADB (fig. 617) e il punto C indichi il centro di sfera di cui lo specchio A D B sia un segmento. Il punto D mezzo del segmento chiamasi *centro ottico*, e il punto C *centro geometrico*, mentre la retta che gli unisce dicesi *asse dello specchio*. Il cui *raggio* è naturalmente C D; e D A, e D B diconsi le *aperture*; o più correttamente, l'angolo che formerebbero tra loro due raggi condotti dal punto C all'orlo dello specchio in A e B, chiamasi

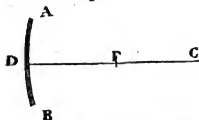
Fig. 617.

apertura dello specchio. I raggi solari *incidenti* su quella concava superficie si riuniscono mercè la *riflessione* in un piccolo spazio posto in F in mezzo a que' due centri l'*ottico* e il *geometrico*: quivi abbagliante la luce, e il calore intensissimo. Onde il nome di *fuoco*; e alla distanza DF quello di *distanza focale*.

Fig. 618.

Se il raggio luminoso E A (fig. 618) colpisce lo specchio concavo A D B con direzione parallela al suo *asse* DC, sarà *riflesso* in luogo tanto più prossimo al *fuoco* F, quanto esso raggio è più vicino all'*asse*.

2343. Specchio convesso, pur veduto per sezione, sia A D B (fig. 619). I *centri*, l' *asse* e il *fuoco* sono C e D, C D ed F, come per lo specchio concavo (§ 2342) eccettochè stanno dal lato opposto alla superficie *riflettente* esposta alla luce. Un raggio luminoso E A il quale cada parallelo all'*asse* CD dello specchio nel punto A, è *riflesso* nella direzione della retta F H condotta dal mezzo F dell'*asse*. Condotta la C A dal centro *geometrico* C prolungandola in A G, quest'A G sarà la perpendicolare alla superficie dello specchio *convesso*, in quel punto A. Quindi l'angolo di *riflessione* G A H dovrà essere eguale a quello E A G d'incidenza. Quel punto in cui il raggio riflesso taglia l'asse, dicesi *fuoco negativo* per l'anzidetta differenza collo specchio concavo: e similmente la distanza F D, *distanza focale negativa*.

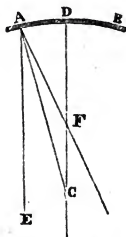
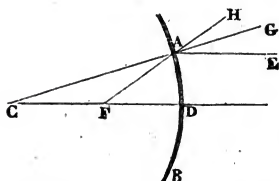



Fig. 619.

2344. Conseguenze pratiche da ritenere sono:

1° Supposto il punto irradiante a distanza tale da poter considerare i suoi raggi come paralleli (§ 1888) il fuoco principale dello specchio, sia *concavo* o *convesso*, cade sulla metà del raggio di curvatura.

2° Più quel punto luminoso s'approssima allo specchio *concavo*, più il *fuoco* da questo si discosta, rimanendo tra il *fuoco* principale e il *geometrico*, finchè la distanza del punto irradiante è maggiore del raggio di curvatura.

3° Se il punto luminoso è nel *centro geometrico*, il *fuoco* pure vi coincide.

4° Se giunga nel posto del *fuoco* principale i raggi son riflessi paralleli.

5° Nello specchio *convesso* i raggi riflessi divengono ognor più divergenti e il *fuoco virtuale* s'accosta allo specchio, quanto più gli si avvicina il punto luminoso.

[3] Luce rifratta o Diottrica.

2345. Parlando dell'*ombra* (§ 1884 e seg.) se n'è detto a bastante per rilevare che il suo contorno è determinato dalle rette seguite dai raggi luminosi che

lambiscono la sua superficie. Supponete una cisterna veduta mediante sezione che lasci scorgere l'acqua in essa contenuta. I raggi solari S B M (fig. 620) quando essa fosse vuota, proietterebbero l'ombra dello spigolo B secondo la linea B M O, e l'ombra del muro A B dovrebbe avanzarsi nell'acqua sino a quella linea M O: invece nell'arrivare alla liquida superficie si ritira e producesi solo sino ad M P. Dunque il raggio luminoso S B va diritto sino alla superficie dell'acqua, cioè sino in M, e di là procede piegandosi. In conchiusione l'ombra del muro A B quando la cisterna sia vuota arriverà in O; quando havvi quell'acqua non arriva che in P: cioè a dire que' raggi lucenti, come S O, si frangono, si spezzano in M per declinare dalla loro strada, e piegare maggiormente verso la perpendicolare che s'immagini calata dal punto M. Cotesto fenomeno della luce è ciò che chiamasi ***Rifrazione***: ***semplice*** allorchè succede nel modo anzidetto: ***doppia*** quando il fascio luminoso dividesi in due, onde chiamasi poi anche ***bifrazione*** (§ 2385).

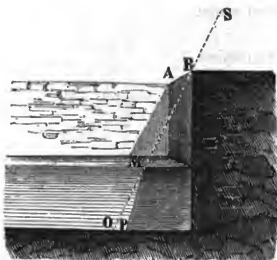



Fig. 620.

2346. La rifrazione adunque è la deviazione della luce nel suo passaggio da un mezzo ad un altro, dall'aria all'acqua, al vetro, al diamante ecc, in generale a corpi diafani con superficie ben levigata, altrimenti, oltrecchè parte della luce si riflette, e parte si rifrange, la parte maggiore si disperde. Posta una moneta *m* nel fondo del vaso V (fig. 621) l'occhio in O non potrà vederla se il raggio visuale lambisca l'orlo B, perchè può solo dirigersi al punto S ove non è la moneta. Versando invece acqua nel vaso, la moneta diviene visibile e sembra essersi allontanata dal suo posto. Dal che conchiudesi che la luce segue la linea spezzata *m a* O, ossia è deviata penetrando dall'aria nell'acqua od altresì dall'acqua ripassando nell'aria.

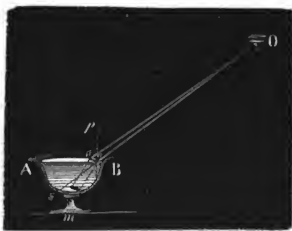



Fig. 621.

2347. L'angolo di rifrazione è l'angolo che fa il raggio rifratto colla normale. Mentre l'*angolo d'incidenza* è sempre *l*C*p*, nella fig. 622, supposto *l c* il raggio incidente, quello di rifrazione sarà *b c f* se il raggio rinfrangesi secondo la direzione *c b*. Quest'angolo varierà secondo la varia natura de' mezzi, ma sempre colle leggi seguenti:

1ª Il *piano di rifrazione* coincide col *piano d'incidenza*.

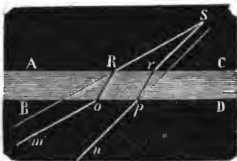
II° Il *seno dell'angolo di incidenza*, e il *seno dell'angolo di rifrazione* conservano un *rapporto* costante per ciascuna sostanza, qualunque sia l'angolo d'incidenza.

Fig. 622.

Il qual *rapporto* chiamasi *indice di rifrazione*. Se il raggio incidente cade perpendicolare sulla superficie di *rifrazione*, ossia di separazione de' due mezzi che traversa, non havvi deviazione: quindi il raggio *p c* segue la stessa direzione *cp'*. L'angolo d'*incidenza* aumenta, ed aumenta pure quello di *rifrazione*; ma n'è sempre minore se passa da un mezzo *meno rifrangente*, a un più *rifrangente*. Un raggio obliquo di luce passando dall'aria nell'acqua si avvicina perciò alla perpendicolare. Quel rapporto poi dei seni, detto anche legge di CARTESIO che la dimostrò, non varia benchè gli angoli d'*incidenza* e di *rifrazione* variino col variare dell'obliquità: perciò il rapporto tra la *l d* e la *r f* seni degli angoli *l c d* ed *r c p'* è identico a quello tra la *mn* e la *t f* seni degli angoli *mcp* e *tcp'* ecc.

L'*incidenza rasente*, cioè l'angolo formato dal raggio, *rasentando* la superficie, produce pure *rifrazione* se la luce passi dal mezzo meno rifrangente al più rifrangente: l'angolo di rifrazione chiamasi allora *angolo limite*. Ma se la luce nella stessa guisa rasentasse la superficie meno rifrangente, non sortirebbe dalla più rifrangente: tutta si rifletterebbe nell'interno dell'acqua, del vetro ecc.

2348. Nel traversare un corpo rifrangente qualunque a facce parallele, il *fascio luminoso piramidale*, o conico che voglia dirsi, *emerge in direzione parallela a se medesimo* dopo aver subìte due rifrazioni, una nello entrare e l'altra nello uscire dal mezzo; nè si altera *nella mutua direzione* dei suoi raggi. Infatti il raggio S R (fig. 623) piega, entrando in un mezzo A B C D più rifrangente dell'aria, verso la normale nella direzione R *o*, ed uscendone ne devia d'altrettanto, dirigendosi per *o m* in linea parallela alla direzione incidente SR. L'altro raggio S *r* emerge similmente nella direzione *p n* parallela a se medesimo. Adunque i raggi attraversando un mezzo a facce parallele si rifrangono, ma proseguono colla stessa convergenza che avevano. Se il mezzo sia sottile, il fascio luminoso passa perciò quasi come non rifratto. Quindi le lastre di vetro le cui facce, ossia superficie sieno ben levigate e parallele, appena influiscono minimamente sulla direzione della luce da cui sono attraversate. E per conoscere se una lastra di vetro sia ben fatta, si osserva un oggetto in direzione rettilinea in modo da vederlo parte attraverso all'aria e parte attraverso alla lastra; se l'oggetto ci appaia come piegato, dinoterà l'imperfezione della medesima.

Fig. 623.

2349. La **luce che riceviamo** dal Sole, non ci perviene rigorosamente qual' egli la spedisce alla Terra (1). I raggi solari deono passare per una specie di segmento d' immensa lente *concavo-convessa*, composta dell'aria atmosferica. Ora in tutte le condizioni di questo diafano inviluppo terrestre, ci pervengono sempre i raggi luminosi in eguale quantità, e similmente modificati per la riflessione e rifrazione atmosferica? Qual è la loro qualità più o meno alterata, considerando alle proprietà chimiche, calorifiche, o luminose, allorchè s'incontrano in maggiore o minore copia di vapori, o in nubi più o meno dense, ovvero più o meno colorate? Hannovi piante (e si noteranno nel V LIBRO) le quali sono favoreggiate dall'azione diretta del Sole, mentre altre più vigoreggiano in clima nubiloso. Sappiamo noi se questi effetti si debbano a diversità d'intensione, ovvero di qualità o proprietà del fluido, la cui presenza anco in piccola quantità nuoce ordinariamente al germogliare dei semi? Nè in questo rispetto si dee confondere la luce col calore. Ad esempio in una serra può la temperatura riuscire abbastanza elevata: e nondimeno la scarsezza di luce rammollire, scolorare, e intristire i delicati vegetabili che vi si custodiscano. Per l'opposito, mancando il grado opportuno di calore, ma non la luce, possono taluni di essi arrestarsi nella vegetazione, però senza perdere il colore, la solidezza, ed altre essenziali proprietà degli organi loro. E qui tornando al subbietto della rifrazione, se l'agronomo volga parte delle sue cure anco a vegetabili utili cui occorra riparare nelle stufe o aranciere, riconoscerà quanto importi che le vetriate a tettoia non sieno fatte in foggia cilindrica o a vôlta, e i vetri similmente abbiano piane e parallele superficie.

2350. La **forza rifrattiva** di parecchi corpi, hannola i fisici calcolata rispetto al vuoto: trascelgo quelli de' quali potrà occorrere in appresso la cognizione (2):

		Indice di rifrazione	Forza rifrattiva
Aeriformi	**Vuoto**	1,000000	0,000000
	Idrogeno	1,000138	0,000277
	Ossigeno	1,000272	0,000544
	Aria atmosferica	1,000294	0,000589
	Azoto	1,000300	0,000600
	Ammoniaca	1,000385	0,000771
	Acido carbonico	1,000449	0,000889
	Cloro	1,000772	0,001545
Liquidi	**Acqua**	1,336000	0,785000
	Alcoole	1,372000	0,882000
	Acido nitrico	1,406000	0,977000
	Acido solforico	1,434000	1,056000
	Olio d'olive	1,470000	1,161000

(1) Il CLAUSIUS dimostra che le molecole atmosferiche per cui la luce viene diffusa, deono essere piccole masse foggiate a laminette eccessivamente sottili, ed a superficie parallele sferiche o piane, perchè la deviazione subita nell'entrare sia eguale e contraria a quella subita nell'uscire. La reale esistenza di queste vescichette acquee nell'atmosfera, anche nel tempo più sereno, la loro minore dimensione quanto più il cielo è puro, saranno subbietto d' investigazione nel seguente LIBRO. V. *Bibl. Univ. de* GENÈVE. Juillet 1852.

(2) Li desumo dalle tavole recate dal MAJOCCHI. *Elem. cit.* Vol. II, pag. 97 e 100.

Solidi	Cera	1,450000	1,105000
	Canfora	1,487000	1,211000
	Quarzo	1,548000	1,396000
	Solfo	2,148000	3,614000
	Fosforo	2,224000	3,946000

Oltrecchè da questo prospetto rilevasi la relazione tra l'*indice di rifrazione*, e la forza rifrattiva, notiamo eziandio di volo che il potere rifrangente ha un certo rapporto colla combustibilità dei corpi, come il Newton ebbe a sospettare, e lo solfo ed il fosforo rendon palese.

2351. La **lente** non è che un mezzo rifrangente di determinata superficie. Per illuminare qualche oggetto di vivissima luce, opportunamente adoperano gli artigiani, che durante la notte servonsi di globi di vetro pieni d'acqua collocandovi di contro la fiammella d'un lucignolo, i cui raggi rifratti da quel mezzo, gettano splendidissima luce sugli oggetti che lavorano. Il lume S (fig. 624) vuolsi collocare di contro al globo AB a distanza eguale alla metà del suo diametro, perchè allora il fascio di luce emergente dal medesimo si compone di raggi paralleli. Ingegno antichissimo, essendo descritta da Seneca (1) la facoltà d'aggrandire risultante da globi di vetro pieni d'acqua; ed esso sarebbe forse l'unica lente che la storia ci memori nota agli antichi, se non si fosse rinvenuta non ha guari a Ninive una lente in cristallo di rocca, e vetro descritta dal Brewster (2). Qualunque pezzo di corpo diafano translucido o trasparente, è di certa guisa una lente, purchè non abbia superficie piane come il *prisma*, le cui singularità partitamente più innanzi sono da dire.

Fig. 624.

2352. **Lenti convergenti** hannovi di tre forme:

Biconvessa o *convesso-convessa* come A nella fig. 625, cioè terminata da due superficie convesse, i cui centri sono c e c', e l'asse è la linea cc'.

Fig. 625.

(1) Seneca. *Natur. Quaest.* I. 6.

(2) Questo cristallo, secondo il Brewster, *ne doit pas être considéré comme un simple ornement, mais comme un véritable appareil optique.* L'Institut, N° 978 (29 septembre 1852).

Piano-convessa, come B, cioè *piana* da un lato e *convessa* dall'altro; il cui asse è *c p* perpendicolare sulla faccia piana, calatavi dal centro *c*.

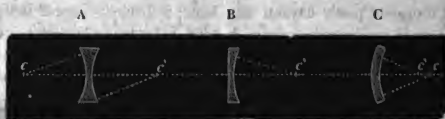
Concavo-convessa o *menisco convergente*, come C, terminato da una superficie convessa ed una concava; il cui *asse c c'* è la linea dei centri delle due curvature.

I raggi solari, considerandosi paralleli (§ 1888), cadendo sulle lenti convergenti in direzione parallela all'asse, al sortir dalla lente convergeranno in un fuoco principale che è nell'asse della lente.

2353. Lenti divergenti hannovi, esse pur di tre forme;

Biconcava, o *concavo-concava*, come A nella fig. 626, con due superficie sferiche concave.

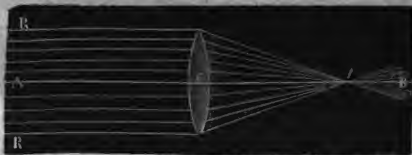
Fig. 626.

A B C

Piano concava, come B, con una superficie piana e l'altra concava.

Convesso-concava, o *menisco divergente*, terminata da una superficie *concava*, ed altra *convessa* di raggio maggiore di quella, come scorgesi in C.

2354. Pe' nostri studii importa conoscere almeno, che

I° I raggi solari (considerandosi paralleli) se colpiscano in direzione parallela all'asse le lenti convergenti, ne sortono dirigendosi a un punto dell'asse della lente, detto *fuoco principale*, ove formano l'immagine reale del punto luminoso. Così il fascio R R di luce solare (fig. 627) traversa la lente *biconvessa c*, e convergendo forma in *f* sull'asse A B, l'immagine del corpo luminoso.

Fig. 627.

II° Se vi cadano obliquamente, come il fascio R R (fig. 628) formano

l'immagine in *f* non sull'asse A B, ma sull'asse secondario *x y* che passa pel *centro ottico* della lente.

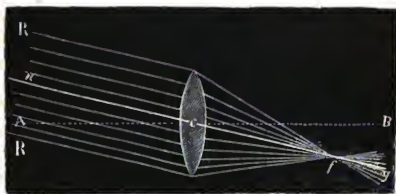
Fig. 628.

III° Un oggetto posto davanti alla lente, a distanza doppia della *focale principale*, fa la sua immagine dietro la lente a distanza pur doppia; onde la grandezza lineare dell'immagine è pari a quella dell'oggetto. Così la freccia AB, fig. 629, verrà riprodotta nell'*a b* ed è facile il conoscere perchè risulti rovesciata.

Fig. 629.

IV° Se l'oggetto trovasi come *a' b'* (fig. 630) tra la *distanza focale* principale e la distanza doppia, l'immagine si forma alla sua volta al di là di quella distanza doppia, e più s'allontana e grandeggia quanto più l'oggetto s'avvicina: l'immagine in questo caso ha il posto dell'oggetto luminoso.

Fig. 630.

2355. Grandezza e Chiarezza. Faccia avvertenza l'agronomo per qualsiasi uso di lenti, come dal detto ultimo caso comprendesi la ragione dello

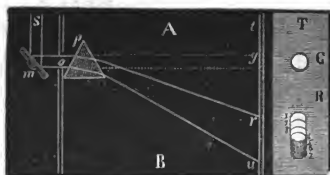
ingrandimento degli oggetti e la condizione per conseguirlo; cioè che sieno posti tra il fuoco e la sua doppia distanza. Lo ingrandimento diviene immenso quando l'oggetto considerevolmente s'accosti al fuoco, però a spese della chiarezza che spesso diminuisce in ragione dell'ampiezza aumentata.

[6] Il Prisma; decomposizione della luce.

2356. Il **Prisma** ottico è un corpo trasparente con due facce piane non parallele tra loro: se queste s'incontrano, si ha il prisma triangolare (§ 1563), e la linea d'intersezione è il suo *spigolo* o *vertice*, chiamandosi *base* la faccia piana opposta al medesimo, ed *angolo rifrangente* quello formato dall'altre due facce. Nella figura 651 si ha il *prisma* più comunemente usato composto con tre facce rettangolari *abed*, *bcef*, *acdf*, e due triangolari *abc*, e *def*.

Fig. 631.

Nella *camera oscura* A B (fig. 652) collo specchio o riverbero *m* per l'aper-

Fig. 632.

tura *o* introducasi la luce solare S. Il fascio luminoso andrà a dipignere sulla tavola *t* una immagine *g*, la quale (supponendo ribattuta quella tavola in T) ne

verrà rappresentata con G. A traverso quel fascio di luce pongasi il prisma quale vedesi in *p* raffigurato per sezione, e s'otterranno tre singolari fenomeni:

1° La luce sarà deviata, cioè rifrangendosi s'accosterà verso la *base* del *prisma*, e recherà l'immagine *g* in *ru*; cioè cambiasi la G nella R.

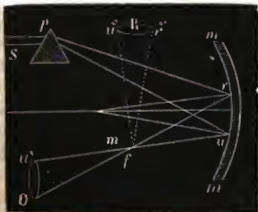
2° Questa immagine riuscirà considerevolmente allungata.

3° Essa offrirà i più vivi colori nell'ordine seguente: 1 *rosso*, 2 *arancio*, 3 *giallo*, 4 *verde*, 5 *azzurro*, 6 *indaco*, 7 *violaceo*.

2357. **Spettro solare**. Osservando attentamente questa immagine decomposta in 7 colori, nota sotto nome di *spettro solare*, vedremo il *rosso* rispondere alla porzione di fascio luminoso che ha subito minore rifrazione, il *violetto* alla deviazione maggiore. Dunque i sette colori sono diversamente *rifratti*, e quindi diversamente *rifrangibili*: e la luce bianca del Sole è luce composta di sette principali colori, e soggetta a sette gradi diversi di *rifrangibilità*.

2358. **Ricomponesi la luce** raccogliendo in un medesimo punto i sette diversi colori. Col *prisma p* decomposto il fascio di luce S (fig. 633) ricavasi lo *spettro solare ru* che ne deriva, nello specchio concavo *mm*. Questo ne concentrerà tutti i raggi in un medesimo *fuoco f*, dove si rileverà l' immagine bianca della luce, se vi si collochi un piano o telaio per riceverla. Ecco dunque ricomposta la luce mercè lo specchio che n'ha raccolti tutti raggi. Ma se rimuovasi quel telaio da *f*, a poco a poco scostandolo si troverà tal punto O, dove vi traccerà sopra di nuovo lo spettro solare naturalmente capo piè, com'è *r' u'* a petto di *u r*. Sostituito al posto *f* uno specchio piano *m*, esso darà per riflessione un altro spettro *u'' r''*, da vedersi in R.

Fig. 633.

2359. L'**intensione** della luce ne' sette colori varia: conciossiachè cresce dal *rosso* progredendo verso il *giallo*, d'onde sminuisce fino al *violaceo*, dove insensibilmente perdesi nell'oscurità. L'*estensione* poi degli spazi colorati varia secondo la qualità del cristallo. Supposto lo spettro diviso in 360 parti, si misurano le seguenti lunghezze:

	Prisma di	
	vetro del Newton	cristallo pinto del Fraunhofer
Rosso	45	56
Arancio	27	27
Giallo	40	27
Verde	60	46
Azzurro	60	48
Indaco	48	47
Violaceo	80	109
	360	360

Per sottile che sia lo *strale* o *dardo* che voglia dirsi, di luce, la sua scomposizione in colori ha luogo, come pel fascio più voluminoso di raggi solari. È poi da notare che nello *spettro solare* hannovi linee più o meno oscure o brillanti segnalate prima dal WOLLASTON, e poscia dal FRAUNHOFER, dall'HERSCHELL, e dal BREWSTER, che offrono carattere distintivo fra la luce del Sole e quella degli Astri (§ 2376).

2360. I **colori proprii** della luce, a norma della scoperta del DE DOMINIS e del NEWTON, sono quali s'è veduto distinguersi col prisma. Ma, se con acconcio mezzo si riuniscano in un sol punto il *rosso*, il *verde* e il *violaceo*, ricomponesi la luce bianca. Quindi per le sperienze del PETRINI, del WÜNCHS e del PRIEUR, si parrebbe che i detti tre soli fossero i colori elementari della luce.

2361. Il **bianco** può ricomporsi coi colori *più rifrangibili* dello spettro solare compresi tra l'azzurro e il violaceo, quando si combinino con quelli *meno rifrangibili* posti tra il rosso e il verde. Due colori dello spettro, in generale, danno colla loro unione il colore che li separa: perciò dal miscuglio

del *rosso* e del *giallo* deriva il *ranciato*;
del *ranciato* e *verde* » *giallo*;
del *giallo* e *azzurro* » *verde*;
del *verde* ed *indaco* » *azzurro*;
dell'*azzurro* e *violaceo* » *indaco*;

però l'indaco e il rosso danno un colore porporino.

Quindi i colori de' corpi spesso non sono l'effetto di unico special raggio riflesso, ma dipendono dalla riflessione di parecchi raggi. Infatti i colori de' fiori, se questi si collochino sopra fondo nero e si osservino col prisma, svelano varie tinte in cui risolvesi il loro colore. Il *nero* similmente non vuol significare che i corpi neri non riflettano alcun raggio, ma le più volte appaiono neri pel fenomeno della *interferenza*, di cui più sotto al § 2378.

[7] Colori de' corpi.

2362. Altro è **color** della luce, altro è colore de' corpi illuminati. Riconosciamo al color verde cupo la vigorezza di piante erbacee in epoche del loro sviluppo; e nelle foglie degli alberi indica l'attività della loro vegetazione. Questo colore è dovuto alla luce, nota il PAYEN (1), mentre s'essa manchi, quel verde s'affievola e tende al giallognolo, accennando indebolimento di vitalità nella pianta. Differenza di *colore* tuttavia dovuta spesso eziandio ad altre diverse condizioni (2). Un gelso, le cui foglie comincino ad ingiallire innanzi tempo, ancorchè in ottima esposizione, potrai non rade volte farlo rinverdire,

(1) Précis d'Agriculture par MM. PAYEN et RICHARD. PARIS 1851, tom. 1, pag. 5.
(2) L'HUMBOLDT rinvenne di color verde le *poa annua* e *compressa*, la *plantago lanceolata*, il *trifolium arvense*, il *cherrantus cheiri*, e la *mizomorpha verticillata*, quantunque nell'oscurità totale, nelle gallerie sotterranee delle miniere di FREYBERG: ma nota che l'aria eravi ricca di gas idrogene, oppure di molto azoto. *Aphor. ad call. Floræ*, FREYBERG.

inaffiandolo con acqua in cui sia diluito *guano*, o altri ingrassi potenti. Con tutto ciò il color verde è sempre indizio di salute prospera di sua natura, o tale perchè migliorata. Dirò poi in suo luogo gli effetti colla colorazione verde prodotti dalla luce (1), su radici, tuberi, ed altri organi di piante commestibili, col diminuire la quantità di fecola, o zucchero, e lasciare più intenso il sapore acre, e l'odore disgustoso al segno di rendere tali vegetabili non più mangerecci. Per lo contrario, l'assenza del color verde pare che temperi, e talora elimini affatto i principii acri ed odorosi, onde si procaccia col così detto *imbianchimento* di rendere gradevoli i sedani, le lattuche ed altre ortaglie, mentre il sono per se medesimi i cavoli fiori ecc., ed i tuberi, come pomi di terra, carotte ecc., cresciuti sotterra, naturalmente a coperto dell'azion diretta della luce.

2363. **Varietà di colore** offrono i corpi luminosi, e ne presenta eziandio *la luce degli astri*. Prescindendo da' cambiamenti di colore offerti nella scintillazione delle stelle anco più bianche, e da quel rosso apparente che dimostrano all'orizzonte dovuto agli strati atmosferici, la mercè de' telescopii si trovano ne' corpi celesti, come nelle *corolle de' fiori*, e negli *ossidi metallici*, quasi tutte le gradazioni di colori, dati dallo *spettro prismatico* (2). Queste osservazioni che vo registrando sugli astri, si commenterà ch'escano dal seminato. Ma nel II LIBRO ne trarrem frutto; gli agricoltori egiziani, 33 secoli avanti l'êra nostra, calcolavano il levare *eliaco* di *Sirio* (detto da essi *Sottris*) e col suo periodo regolarono compiutamente il loro calendario: quando coincideva col solstizio estivo il nascer *eliaco* di quell'astro, concordava pure col dilagamento del *Nilo*, e col primo mese delle inondazioni.

2364. La **luce del Cielo**, almeno del bel Cielo d'Italia, è l'azzurro, tanto più carico quanto è più perfetta la dissoluzione de' vapori nell'atmosfera. Appena comincia il sereno a intorbidare, cioè i vapori a condensarsi, il *cianometro* indica un azzurro più chiaro (3). Ecco perciò anco il color del Cielo, di sommo interesse pe' successivi meteorologici studii.

---

(1) Nel LIBRO V riferirò le sperienze dello ZANTEDESCHI sul germogliamento di varie piante sotto vetrine e lastre di diversi colori: e quelle del GLADSTONE sull'influenza de' raggi solari nella vitalità delle piante vegetanti sotto differenti condizioni atmosferiche, esposte nella XXII sessione (aperta il 1° settembre 1852) dell'*Associazione Britannica per l'avanzamento delle Scienze*.

(2) Mancando di cannocchiali non conoscevano gli astronomi greci che stelle bianche o rosse. TOLOMEO cita 6 astri color di fuoco, all'altre assegna un biondo ardente. SENECA cita *Sirio* come più rosso di *Marte*. Ora *Sirio* è pur tra gli astri color di fuoco di TOLOMEO. Perciò questo lontanissimo Sole oggi essendo perfettamente bianco deve avere subito una grande modificazione, o alla sua superficie, o nella sua *fotosfera*. Una nuova stella comparve nel 1572 nella costellazione di Cassiope con luce bianca abbagliante; nel marzo del 1573 divenne rossa, e ridivenne bianca nel gennaio 1754. Anche adunque per tutto l'oceano de'mondi vi ha movimento, come affermava il cardinal *Cusa*, il quale morì sin dal 1464, e nondimeno lasciava scritto tanto tempo prima di COPERNICO, tutto è in moto negli spazii celesti, e *Terra non potest esse fixa sed movetur ut aliæ stellæ*. De Docta Ignorantiia, lib. II, cap. 12. Così l'infelicissimo GIORDANO BRUNO che periva 8 anni prima dell'invenzione del telescopio, ed undici anni prima della scoperta delle macchie solari, tuttavia affermava rotare il Sole intorno al suo asse. CHRISTIAN BARTHOLOMÈSS. *Jordano Bruno*. T. II, pag. 367.

(3) *Tabl. de la Nature* par A. DE HUMBOLDT. PARIS 1850, 1. pag. 203. Il *cianometro* poi (da κυανος azzurro) è strumento inventato da SAUSSURE per misurare lo azzurreggiare del Cielo. V. MEM. della R. ACCAD. di TORINO 1788-89.

2565. L'azzurro del Cielo più accosta al nero, quanto l'aria è più pura, perchè questa non riflette, non gli riverbera alcun raggio di luce, la quale giunge a noi bianca. Se le molecole aeree lasciano passare più rosso che azzurro, il cielo ha l'aspetto di turchino più chiaro, e più lo strato d'aria è denso, più i raggi azzurri scompaiono, e la luce ne appare rossastra. Al levare ed al tramonto del Sole noi veggiamo perciò quel roseo splendore all'orizzonte, e tanto più vivido quanto più il vapore acqueo, benchè abbondante, è perfettamente disciolto nell'atmosfera. Invece il cielo ci appare biancastro se il vapore è più in atto di condensare, lo che può verificarsi negli strati superiori dell'aria, comecchè presso a terra regni una secchezza notevole.

2566. La **luce di certe nubi** non temporalesche (1) farebbe sospettare all'ARAGO che le nubi sieno luminose per se medesime. Come concepire, dice egli, che a mezzanotte sotto un cielo coperto ci si vegga pure in aperta campagna a bastante per camminare senza urtare in alcun ostacolo? nelle notti più scure d'inverno, le tenebre all'aria aperta non sono mai tanto intense quanto quelle d'un sotterraneo, o d'un appartamento senza finestre. Il BECCARIA così si esprimea: « Molte volte in notti affatto buie, massime in tempo d'inverno, io ho « osservati de' nuvoli sparsi per il cielo unirsi in un nuvolo universale, unito, « uniforme, apparentemente non molto denso, e questo spandere in ogni luogo « un chiarore rossiccio in vero, e incerto, ma però da tanto che io poteva leg- « gere ne' libri di mediocre carattere. Tale nuvoloso chiarore io l'ho osservato « assai comunemente nelle notti nevose, massimamente nel soffermarsi la « neve (2) ». Egli l'attribuì all'*elettrico fuoco*, ma ciò non toglie che cotali nubi di certa guisa non risplendano per se medesime.

2567. La **luce della Luna** è gialla: divien rossa durante le eclissi (3). Di giorno la sua luce gialla naturale ci sembra bianca, perchè assume negli strati azzurri d'aria che traversa, il colore *complementare* del giallo. Quando pochi giorni prima o dopo la sua fase di Luna *nuova*, si mostra come stretta lama di roncola, offre nel resto una luce *cinerea*, la cui spiegazione si dee a quell'immenso genio di LEONARDO (4). È quel pallido chiarore del disco lunare, la cui intensione sarebbe da tenere a calcolo ne' meteorici studi (5): ed è riflesso della luce terrestre, cioè *riflesso* di *riflesso*; e noi lo veggiamo per una specie di terza trasmissione, essendo luce del Sole che colpisce la Terra, d'onde riflettesi

---

(1) ANNUAIRE de l'an 1838 par le Bureau des Longitudes: ARAGO *Notices sur le Tonnerre*, pag. 279-285.

(2) Dell'elettricismo, Op. del P. G. B. BECCARIA. MACERATA 1793, Tomo II, pag. 156.

(3) Il color rosso della Luna nel tempo dell'ecclissi è l'effetto della rifrazione dei raggi solari essendo *inflessi* nel loro passaggio attraverso l'atmosfera terrestre, e gettati nel cono dell'ombra. Racconta DIONE CASSIO che l'eclissi produsse l'allarme nel campo di Vitellio non tanto per l'oscurità quanto pel color rosso, nero ed altre tinte lugubri per cui passò la Luna successivamente.

(4) *On lui doit*, così scrive il LIBRI di LEONARDO DA VINCI, *l'explication de la lumière cendrée de la Lune*. Hist. des Sc. Matém. T. III, pag. 54.

(5) ....*Il croit* (M. ARAGO) *qu'on pourra avec des instruments perfectionnés saisir dans la* lumière cendrée (de la Lune), *les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible*, malgré tout ce que un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'œil *qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la Lune des notions précises sur l'état moyen de diaphanéité de l'atmosphère terrestre dans les hémispheres qui successivement concourent à la reproduction de la* lumière cendrée. Compt. Rend. 5 août 1833.

nella Luna che la rimanda al nostr'occhio. E questi cenni ho voluto dare de' colori della Luna perchè pur troppo gli agricoltori non hanno tutti rinunciato alla eredità di superstizioni (1) o false induzioni degli antichi.

2568. La luce propria della Terra (luce distinta da quella ch'essa riceve dal Sole) la quale ci si manifesta colle aurore boreali, o splendori polari, e in altri modi da esaminare a suo luogo, presenta vivi colori che dal violetto e dal bianco azzurriccio passano con tutte le graduazioni al verde ed al rosso purpureo. Ma questa colorazione avviene solo se il chiarore sia intenso: fenomeno analogo per le scintille elettriche, le quali si colorano soltanto quando la tensione sia energica.

2569. Il colore ne' vegetabili, generalmente nelle foglie, nella giovine corteccia, è d'ordinario *verde*. Nel seccarsi le foglie ingialliscono, volgendo di poi al rossigno, ed al bruno, e in generale assumono il colore del frutto maturo della pianta cui appartengono. Divengono *giallo-rosse* le foglie nel pesco, nel pomo, nella vite ad acini rossi: giallognole nelle viti d' uva bianca; rosse nel ciliegio; di giallo cupo nel pero; di giallo più chiaro negli albicocchi ecc. A suo luogo esamineremo le congnietture de' diversi autori sulla varia colorazione degli organi vegetali. Come infatti può il carbonio che è nero depositato su materia biancastra produrre del verde? Il MUSTEL voleva che il tessuto vegetale fosse *giallo*, e quindi inverdito dal flogisto ch'è *bleu* (2). Il SENEBIER pure, vuole azzurro carico il carbonio, ma non nero (3). Il CHEVREUL ammette poi che il carbonio assai diviso nell'acqua, veduto per trasmissione apparisca azzurro (4).

2570. I colori de' fiori in due grandi serie furono divisi dal DECANDOLLE (5), e dipoi dallo SCHÜBLER e FUNK (6). L'una, nella quale il giallo è il color tipo de' fiori, e può modificarsi in rosso e bianco, non mai in azzurro. L'altra di cui l'azzurro è tipo, e può egualmente modificarsi in rosso e bianco, ma non mai in giallo. Il verde, speciale alle foglie, sta di mezzo alle due serie. La prima è detta dal DECANDOLLE *xantica*, e da altri *ossidata*: la seconda dallo stesso autore *cianica*, e dagli altri *disossidata*. Lo SCHÜBLER e FUNK la chiamano *positiva* l'una, e *negativa* l'altra. Si tornerà in suo luogo su questa idea che può rappresentarsi come segue:

	Ia	Verde	IIa
Serie xantica, ossidata o negativa	Giallo verde	*Serie cianica, disossidata, o positiva*	Azzurro verdastro
	Giallo		Azzurro
	Giallo aranciato		Azzurro violaceo
	Aranciato		Violaceo
	Aranciato rosso		Violaceo rosso
		Rosso	

(1) La *luna rossa* de' contadini, di marzo o d'aprile, quando l' atmosfera esente da nebbie e da nubi la rende più luminosa, è tenuta colpevole del gelare delle piante prodotto dall' irradiamento del calor terrestre, tanto maggiore quanto il cielo è più puro e sereno. V. DE CANDOLLE. Physiol. végétale. PARIS 1832, Tom. III pag. 1117-1118.
(2) MUSTEL, *Traité de la végét.* 1. pag. 124.
(3) SENEBIER. *Phys. végét.* 1. p. 300.
(4) CHEVREUL, *Chimie appl. à la teinture*. Leçon VIII, p. 18.
(5) DECANDOLLE, *Flore française* 1805, 3 Edit. Vol. 1. pag. 198, e *Théorie élémentaire*, 1813, pag. 174.
(6) *Untersuchungen über die Farben der Bluthen*. TUBINGEN 1825.

Dunque un fiore può passare per tutte le gradazioni della sua classe: ad esempio il *ranunculus asiaticus* passa per tutte le tinte dal rosso al verde della Iª Serie: l'*ortensia* per quelle della IIª. Hannovi però alcune eccezioni, e si trovano giacinti gialli, azzurri e rossi: il *convolvolus tricolor* ha la corolla gialla, bianca e azzurra: tuttavia le eccezioni non bastano a distruggere la regola, perchè non se n'abbia a derivare, come si farà a suo luogo, una conseguenza importante.

2371. **Fiori affatto bianchi** non esistono per avventura, giacchè quelli che sembrano tali, oltre lo sperimentarli col prisma (§ 2367) se si pongano sovra un foglio di carta assolutamente bianca, come facea il pittore REDOUTÈ, vi spiccano più o meno per una *mezza tinta* gialliccia, o azzurrognola, o rossigna ecc. Le campanule bianche, varietà delle azzurre, diseccate, acquistano una tinta azzurrognola, come fu osservato dal ROEPER, e molti fiori bianchi immersi nell'alcool diedero alli SCHÜBLER e FUNK infusioni le quali se derivavano da bianchi tendenti al gialliccio, cogli alcali coloravansi in giallo più cupo, se da bianchi che pendessero all'azzurro o al rosso, passavano cogli acidi al rosso sbiadato ed al verdastro cogli alcali. Perciò i fiori bianchi apparterebbero all'una delle due serie anzidette, e sarebbero il colore più smorto, più pallido di una di esse. Notiamo ancora che molti fiori nascono bianchi, e solo dipoi coll'azione de' raggi solari acquistano il loro speciale colore.

2372. **Fiori affatto neri** (oltre la ragione detta al § 2367) neppure vi sarebbero che alla stessa ossia inversa condizione de' bianchi: rappresenterebbero il più carico colore di una delle due serie. Le parti nere de' fiori del *pelargonium triste*, e della *fava*, deriverebbero da un passaggio del giallo a un bruno estremamente carico: il nero della *orchis nigra* avrebbe origine da un rosso cupo in sommo grado.

2373. De' **colori del legno** e d'altre parti delle piante si dirà nel V LIBRO ove indagheremo eziandio perchè i funghi ad esempio offrano tutti i colori possibili escluso il verde; perchè tagliandoli divengano verdi come quelli veduti dal CESALPINO (1) o azzurri come quelli notati dal BONNET (2) e più altri fenomeni prodotti dalla luce, ma relativi alle nozioni chimiche ancora da rinsegnare.

2374. Nelle investigazioni metereologiche del LIBRO successivo si avrà ragione del *cianometro* del SAUSSURE, e degli altri ingegni dello HASSENFRATZ, del KAËMTZ ecc.: e nel V LIBRO rileveremo l'influenza de' raggi di colori diversi sulle varie specie di piante, alcune delle quali ad esempio come la cicoria s'allunga più sotto l'influenza de' raggi azzurri e violacei, mentre il papavero cresce più sotto quella de' raggi rossi, conforme, la mercè di vetri colorati, si è potuto sperimentare (3).

[8] Diffrazione.

2375. La **Diffrazione** esprime generalmente una modificazione o deviazione della luce, da lei subita quando lambisce i corpi; fenomeno scoperto dal

(1) CAESALPINI, *De Plantis*, pag. 617.
(2) BONNET, OEUVRES in 8. V. X.
(3) Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences, Tom. XVI, pag. 747 e 1120.

GRIMALDI (1). Un fascio di luce S (fig. 634) introdotto nella camera oscura A B mediante un foro cui è applicata la lente convessa *m n*, a vicino *fuoco f* dove si converge e d'onde diramasi per formare nel piano o *scrimaglio p q* una notevole immagine circolare. Se con sottil filo o capello *a b* s'intercetti la luce, essa dee generare un'ombra *g h*. Invece:

Fig. 634.

1° al di quà e al di là dello spazio *a b g h* che dovrebbe essere oscuro veggonsi *frange* colorate con gradazioni di colore.

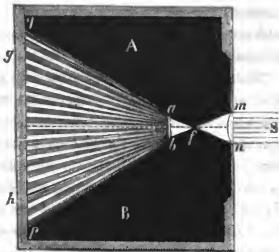
2° nello stesso spazio entro le linee *a g*, e *b h* scorgonsi altre *frange* interne pur colorate.

3° ponendo avanti alla lente *m n* un vetro colorato, onde su di essa passino i raggi d'un sol colore, si generano pur le *frange*, ma alternativamente oscure e brillanti di quella luce medesima, più larghe colla luce rossa che colla violacea, e con larghezze intermedie per gli altri colori.

4° Sostituendo al filo *ab* un piccolissimo dischetto di foglia d'argento o di stagnuolo, incollato sul vetro per sostenerlo, le *frange* divengono circolari ed in foggia di anelli colorati.

5° Invece della lente applicando sottile lastra di metallo con piccolo foro di diametro non troppo eccedente un mezzo millimetro, la *diffrazione* succede sugli orli del foro, e le *frange* appaiono euritmeticamente disposte intorno all'asse del cono luminoso, dilatandosi nell'ombra al di là delle linee geometriche che la determinano, e formandosi pure in anelli colorati.

2376. Videro di poi il BIOT e il POUILLET la *diffrazione* sugli orli delle superficie riflettenti; cioè i raggi luminosi cadenti presso l'orlo non pulito di grandi specchi produrre *frange* nell'interno del fascio riflesso. Ma il GRIMALDI scopriva anco il paradosso di rendere meno illuminato un corpo già rischiarato, coll'aggiugnere altra luce. Infatti due immagini, prodotte da due fori eguali e sì distanti fra loro che esse debbano in parte sovrapporsi, offrono un segmento più luminoso nel suo centro, ma ne' suoi archi sensibilmente oscuro rispetto ai due circoli luminosi. Il FRESNEL ricevendo sopra due specchi tra loro inclinati con angolo assai ottuso il fascio conico di luce, trasmesso dalla lente nel modo anzidetto (§ preced.) l'obbligò a scindersi in raggi riflessi diretti gli uni contro gli altri, e che formavano *frange* colorate nel punto in cui s'intersecavano: che se la luce era *omogenea* o di un sol colore, le *frange* riuscivano alternatamente *brillanti* ed oscure (2).

---

(1) GRIMALDI. *Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride, Libri duo.* BOLOGNA 1665.
(2) Le striscie o righe nere scoperte dal WOLLASTON nello spettro solare e sulle quali devonsi tante osservazioni al FRAUNHOFER, sono sempre normali alla lunghezza dello spettro. Lo ZANTEDESCHI giunse a scoprirne altre in senso longitudinale, che

[9] Interferenza.

2577. **Oscurità** assoluta, perfetta, o quanto dire spazio rigorosamente vuoto di luce, assai probabilmente non può esistere. Quella forma o natura di *sostanza eterea* che chiamiamo *luce* non è necessario perchè esista che sia realmente per noi sensibile, ossia da noi percettibile. Quante migliaia d'astri sfavillavano in Cielo, e tuttavolta non esistevano per noi prima del telescopio? Chi sa quanti pianeti rimangono ancora a scoprire, benchè non dovrebbero forse trovarsi secondo gli astronomi nella cerchia comprendente quella de' noti pianeti e comete, giacchè la presenza loro verrebbe in sospetto da perturbazioni sensibili che negli altri corpi visibili non mancherebbero di produrre.

2578. **Interferenza** è chiamato dai fisici il fenomeno pel quale luce aggiunta a luce genera oscurità; ad esprimere cioè l'*azione scambievole de' raggi luminosi che s'intersecano.* Ora le *frange colorate* indicano diminuzione di luce, o per meglio dire, che in que' posti la luce *bianca* non è *completa*: e quando trattasi di luce d'un sol colore, le striscie o righe *oscure* dimostrano pure manchezza di luce in quello spazio. Ma cotali diminuzioni di qual guisa ponno accadere quando la luce s'addoppia come nelle immagini circolari sovrapposte del GRIMALDI e nelle riflesse da doppio specchio del FRESNEL? Nella V Sezione si scorgerà l'importanza di questi fatti sulla natura della luce: notiamo intanto come le lamine sottili in generale offrano colori dovuti pure al fenomeno d'*interferenza*, quelle in ispecie de' corpi trasparenti; e n'abbiamo ovvi esempi nel vetro *soffiato*, nelle gocce d'olio distese in sottile strato sull'acqua, nelle bolle di sapone, e negli esili strati d'aria rimanenti tra due lastre di vetro l'una sull'altra compresse.

2579. **L'esclusione della luce** favorisce la germinazione de' semi, ma non è condizione assoluta del germogliamento come il KEITH pretendeva (1). Senza ricorrere agli sperimenti del BOITARD (2) e d'altri, chi non vede germogliar semi tutto giorno alla superficie della terra, ed anco di grano quando le formiche od altri nemici nol distruggono? È adunque eccessivo ritenere l'oscurità per indispensabile alla germinazione, com'è per altro lato esagerazione il supporre che le piante si dirigano verso la luce, non per cercar questa ma per certa legge di perpendicolarità cui dallo GLEDITSCH (3) voleasi attribuire il fenomeno; nè alla sua esplicazione basta compiutamente quella eziandio dal DE CANDOLLE pronunciata (4).

---

traversano tutti i colori pel lungo, e sono quali oscure, quali brillanti, e quali di mezzano chiarore. L'apparecchio dell'autore, secondo il BABINET, potrebbe con adatte modificazioni divenire apparecchio esploratore delle agitazioni dell'atmosfera. *Compt. Rend.* (27 sept. 1852). Erasi dubitato che cotali linee derivassero da imperfezioni degli apparecchi, lo che venne escluso da sperienze del RAGONA-SCINA. *Lettera* al DOVE *Philosophical Magazine* (maggio 1852).

(1) KEITH, *Phys. bot.* II, pag. 5.
(2) *Journ. de la Soc. d'agron. prat.* 1829, pag. 516. *Bull. Sc. agric.* XIII. p. 310
(3) GLEDITSCH, Mem. dell'Accad. di Berlino, 1765
(4) DE CANDOLLE, *Mém. de la Soc. d'*ARCUEIL 1809, II, pag. 104.

[10] Luce dispersa.

2380. Assorbita dai corpi, vogliono i fisici quella porzione di luce, ossia di splendore che i raggi luminosi perdono nel passaggio attraverso i vari mezzi, e come si è notato nel § 2345. Lo che contrasterebbe all'idea o sistema delle ondulazioni. Basti ora rifermare il fatto dell'accennata diminuzione, e di più la diversità di questo *potere assorbente* come il chiamano, ossia facoltà di rattenere o sopprimere la luce, diversità ne' corpi secondo la loro natura, nè solo per *quantità* ma per *qualità*, conciossiacchè piuttosto sovra una classe di raggi che sovra un'altra si manifesti. Notandoli, cominciando dal corpo maggiormente dotato di cotal *potere*, rilevansi in quest'ordine:

Carbone di legna — altri carboni — metalli in genere — argento — oro — pleonasto nero — cristallo di monte — selenite — vetro — mica — acqua e liquidi trasparenti — aria ed aeriformi.

Ma il *carbone* nello stato di diamante è trasparente: l'*oro* in sottilissime foglie trasmette una bella luce azzurra: l'*argento* nello stesso modo dà una luce verde, ecc., ecc.

2381. La **dispersione** della luce sarebbe, secondo i fisici, l'allungamento e spartimento in colori, della immagine prodotta dal fascio di luce, costretto, dopo il suo passaggio pel foro della camera oscura, ad attraversare un prisma interposto. Prismi eguali di forma, ma di materia diversa non producono identici spettri: cioè a dire, non tutte le sostanze materiali godono dello stesso potere *dispersivo*, per l'accennata diversa facoltà d'*assorbimento*. Nel V Libro svolgeremo a capello anco questo fenomeno di molta importanza negli studi fisiologici de' vegetali, mentre nella Sezione IV seguente, spero di porgerne succinta esplicazione.

[11] Bifrazione.

2382. Bifrangenti chiamano alcuni corpi, i quali invece di rifrangere un fascio di luce facendolo deviare nel modo descritto (§ 2345), lo spartiscono in due o più fasci, onde nella piupparte de' casi producono due imagini dell'oggetto luminoso. Molti corpi nel loro stato ordinario non hanno questa facoltà di *bifrazione*, e l'acquistano col mezzo dell'arte. Il vetro nella *rifrazione* non bipartisce il fascio luminoso da cui è traversato, ma se abbia forma di cilindro e riscaldatolo energicamente si faccia raffreddare subitamente la sua superficie col rotolarlo sovra lastra metallica, per la diseguale contrazione che subisce la sua massa, acquista proprietà permanente di rifrangere doppiamente la luce. Anche colla pressione, o altri mezzi meccanici, come sperimentò il Fresnel, si comunica la proprietà *bifrangente* a corpi che non la posseggono.

2383. Una sola applicazione de' singolari fenomeni dipendenti dalla *bifrazione*, può interessare ne' presenti studi agrologici, ma ricorrerà più opportuna e intendevole nel seguente Libro dell'Agraria meteorologia. Ora starò contento ad una osservazione sui cristalli. Tutti, purchè la loro forma primitiva non sia il cubo (fig. 543, 544. § 2098), o l'ottaedro regolare (fig. 551, 552.

§ 2083), ingenerano *doppia rifrazione* (1) come lo *spato d'Islanda*, il cui cristallo è rappresentato dalla figura 545 (§ 2098), o in modo analogo. Ma in essi pure la luce trova *una* o *due linee di direzione*, secondo le quali non si sdoppia: linee che diconsi *assi ottici*, ed hanno certa simmetria rispetto alle facce naturali del cristallo. Perciò il lettore comprenderà quind' innanzi quando si citeranno in questo senso cristalli ad *un* asse, o cristalli a *due* assi, non conoscendosene finora altri, tra i regolari, che n'abbian numero maggiore.

[12] Polarità.

2384. Nell'osservare i raggi del Sole cadente riflessi dalle finestre del palazzo del LUXEMBOURG, scopriva il MALUS nel **1808** un fenomeno, sul quale meditando pervenne alla scoperta della *polarizzazione* della luce. Conoscevano gli antichi quella specie di opposizione, o contrasto disvelato ne' naturali fenomeni, quella foggia d'antagonismo interno del mondo materiale manifestato nelle opposite azioni del freddo e del caldo, del secco e dell'umido, con certa analogia colle odierne ipotesi di polarità opposte, e colla contraddittoria efficacia del + e del —. Antagonismo ch' e' chiamavano *αντιπερίστασις* (2), e vera *polarità* per la quale le condizioni analoghe attraggonsi, le contrarie respingonsi. Da questa tendenza vennero per avventura indotti i fisici ad attribuire il nome di polarizzazione (3) a quest' ordine di fenomeni *lumici*.

2385. La **polarizzazione**, com' e' la definiscono, è la *modificazione subìta da un raggio di luce riflesso* o *rifratto da superficie levigate*, o *trasmesso da cristalli birefrangenti* (§ 2382) *sotto determinati angoli d'incidenza, per cui perde la facoltà di riflettersi ulteriormente.* Ma oltracciò, sotto date condizioni acquista la luce la proprietà di sottrarsi non solo alla riflessione, ma alla rifrazione ed alla interferenza; il raggio di luce sembra acquistare *lati* o *poli*

---

(1) L'esclusione de'cristalli di primitiva forma ottaedrica regolare non potrà mantenersi dai fisici, dopochè il BREWSTER sottomise alla prova della luce polarizzata il diamante *koh—i—noor*. *Au lieu d'être sans action sur cette espece de lumière, aussi qu'on aurait pu s'y atteindre d'après la structure* octaédrique, *ce diamant a présenté des bandes de teintes polarisées* ecc. BREWSTER. *Observ. sur le diamant.* XXII Sess. ASSOCIATION BRITANNIQUE (INSTITUT n° 989, 15 décembre 1852).

(2) ARISTOTILE *de Generatione et Interitu* II. 3; *Meteorol.* I, 12; *Problem.* XIV, 3 ecc. *Elementa autem omnia habent contrarietatem ad invicem...... ut igni et aquæ, illud enim siccum et calidum, hoc autem frigidum et humidum. Quintum volumen* ARISTOTELIS *cum* AVERROIS CORDUBENSIS *Commentariis*. VENETIIS MDLXII, 375.

(3) Parlando della prima osservazione dell' HUYGENS, il NEWTON conchiuse: « Questo fatto suppone ne' lati del raggio una virtù di disposizione che ha rapporti di « corrispondenza o di simpatia con una virtù o disposizione correlativa del cristallo: « di pari modo i poli di due calamite mutuamente si corrispondono. » *Revue Scientifique* par QUESNEVILLE XIII, pag. 332. « Nel tempo di questa scoperta (della polarizzazione) in ottica, dice il POUILLET, altro non vedeasi che molecole luminose « dotate di varii accessi e di varie qualità: tutte queste molecole ricevendo nello « stesso tempo le stesse modificazioni quando erano riflesse dal vetro sotto un certo « angolo, supponeasi ch'esse fossero rivolte tutto nello stesso modo, e che per conseguenza avessero degli assi di rotazione, e dei *poli* intorno a'quali i loro moti in certe « congiunture compier si potessero. Quindi ne venne la voce *polarizzazione*, la quale « significava che i poli erano diretti o ordinati nello stesso modo per tutte le molecole. *Elementi di Fisica* ecc. di POUILLET, traduz. del PALMIERI. NAPOLI 1844, tom. II, pag. 241.

quando è riflesso sotto certi angoli da un mezzo trasparente, od ha subito la *bifrazione*. Anzi può dirsi: la *polarità* è fenomeno sì nuovo e singolare, che nelle mani del fisico la luce non è solo un mezzo di *vedere*, ma strumento con cui quasi *toccare* le molecole ultime della materia. Per la *bifrazione* il raggio di luce si bipartisce (§ 2382): ma cotesti due raggi in cui s'è diviso sono *polarizzati* in senso contrario, ed hanno velocità differenti tra loro: e di certa guisa nelle loro modificazioni recano l'impronta, o piuttosto l'effetto delle più lievi modificazioni della interna struttura molecolare de' mezzi, in cui producesi quella biforcazione.

2386. Tra i più mirabili servigi recati dalla scoperta della *polarità* della luce, è quello di poter distinguere la luce *propria* dalla luce *riflessa*. Con questo mezzo l'ARAGO trovò la cometa dello HALLEY non risplendere (1835) che di luce del Sole da lei riflessa. Con altre sperienze non esser la luce di tutti i corpi di materiale sostanza incandescente, sieno *solidi*, *liquidi* o *gasosi*, che luce naturale quanto quella del Sole. Ed anzi, avendo scoperto che la luce, la quale emerge dalla superficie incandescente de' *solidi* o *liquidi*, sotto un angolo acuto offre indizi manifesti di polarizzazione, dedusse una conseguenza rispondente a principii che più sotto avrò a rifermare, cioè la luce non ingenerarsi soltanto alla superficie dei corpi, ma porzione nascere nella loro sostanza medesima, fosse pur anco platino (1). Siccome poi la luce lanciata da una sostanza *gasosa* infiammata non offre, sotto qualunque inclinazione, veruno de' caratteri della luce polarizzata, quindi se la luce de' contorni del Sole non presenta indizi di polarizzazione può inferirsene ch'esso sia un corpo gasoso anzichè solido o liquido. Laonde l'ARAGO dalle sue sperienze ritrasse non essere il disco luminoso del Sole, che una *fotosfera* gasosa (2).

2387. Le **applicazioni** del fenomeno in discorso sono di grave momento; difficilmente un agronomo potrebbe studiare questo delicatissimo ramo di ottica: più difficilmente possedere i necessari apparecchi: tuttavolta dove le applicazioni medesime torneranno opportune, m'ingegnerò di esporle collo sviluppo convenevole.

[13] Sorgenti di luce.

2388. Tutti i terrestri fenomeni erano, a stima degli antichi, ingenerati dall'*impulsione* prodotta dal movimento de' cieli, ossia dal rivolgimento della sfera celeste (3). I filosofi greci, eccettuato ARISTOTILE, attribuivano all'etere la facoltà di brillare per se medesimo, e l'etere igneo d'EMPEDOCLE è appositamente chiamato *παμφανόων* cioè *luminoso*. ARISTOTILE non volea si confondesse la luce col fuoco, dalla cui presenza però la facea dipendere. Fu primo il GRIMALDI a spiegare i fenomeni luminosi col sistema delle *ondulazioni*, nè gli oltra-

---

(1) .... La lumière ne s'engendre pas seulement à la surface des corps; une portion naît *dans leur substance même*, cette substance fût elle du platine. *Lettre* de M. ARAGO à M. Alex. De HUMBOLDT 1840, p. 37.

(2) HUMBOLDT. *Cosmos* PARIS 1851, T. III, pag. 675.

(3) ARISTOTILE. *Meteorol.* 1, 2, p. 7.

naria combustione (1). Qui si noti che alcuni corpi acquistano la facoltà di risplendere per la *insolazione*, cioè rimanendo esposti per alcun tempo al Sole. Fra quali corpi il diamante (e n'abbiamo esperimenti del Beccari e del Wilson) ed alcuni fossili, non che il carbonato e solfato di calce ed altri minerali consimili (2). La percossa, l'urto, la pressione, lo stropicciamento in generale sono sorgenti di calore, e in pari tempo di luce; ma come ne' fenomeni luminosi prodotti dall'elettrico, anco in questi lo sviluppo della luce è dovuto più che alla *sostanza materiale*, all'*eterea* in essa contenuta o interposta.

2391. Nella **sostanza organica**, oltre il concorso più o meno compiuto nella fosforescenza dell'acque marine poco sopra citato di miriadi d'animalucci, sono poi spontaneamente rilucenti la *medusa phosphorea* e parecchi altri molluschi. E quando morti, moltissimi i pesci di mare che tramandano luce: effetto pur comune alla carne de' quadrupedi. Tra gl'insetti, troppo noti il *lampyris* o lucciola, il *fulgora* o porta-lanterna, la *scolopendra electrica*, oltre il *cancer fulgens* specie di granchio marino ecc.

Tra le **piante rilucenti**, la faccia inferiore lamellata dell'agarico dell'olivo è singolarissima, e quasi tutti i legni fracidi, e non poche torbe, tramandano luce, siccome tornerà in discorso nel V Libro, insieme colle sperienze dell'Hulme, del Dessaignes, del Florio ed altri naturalisti.

2392. Da qualsiasi origine emani la luce, o diretta dal Sole, dalle stelle, dal legno putredinoso, da insetti lucenti, o riflessa dai pianeti o da altri corpi, obbedisce d'egual modo alle leggi della rifrazione. Ma se si analizza col prisma si hanno le differenze addietro indicate nella posizione delle striscie oscure vedute dal Wollaston nel 1808, e dodici anni di poi determinate dal Fraunhofer. Il quale ne contò 600 nello spettro prismatico, mentre il Brewster nel 1833 giunse a numerarne 2000. Coteste striscie sono eguali per la luce del Sole anco quando è riflessa dalla Luna, da Venere, da Marte, o dalle stesse nubi. Ma differiscono nella luce dagli astri; e lo Amici pervenne a trovar differenze anche per le stelle di luce appieno bianca. Altre differenze offrono le striscie o frange oscure date dalla luce de' corpi resi lucenti dal calore o da quella prodotta dalla scintilla elettrica.

2393. La **luce artificiale**, a mo d'esempio quella di lampade, fatta ragione della diversità d'intensione, produce sulle piante effetti analoghi a quelli della luce solare come il Decandolle sperimentava (3). Ma vi sono fenomeni cui non basta a promuovere la luce di lampade, e nè manco quella del giorno più sereno, ma occorre quella diretta de' raggi solari (4) almeno perchè si producano in modo da noi percettibile.

---

(1) È singolarissimo il fatto annunciato dal Dagherre sull'estrema fosforescenza da lui sperimentata nella *pietra fosforica* di Bologna: del quale, come pure del fosforo del Balduino (1673), di quello dell'Homberg (1768) e di tanti mezzi ed ingegni artificiali per isviluppar luce, mi riservo di far parola in altro luogo, trapassandoli ora per brevità.

(2) V. Majocchi. *Corso cit.* Vol. II, pag. 233.

(3) De Candolle *Physiol.* ec. loc. cit. pag. 112.

(4) Ad esempio l'esalazione dell'ossigeno nelle circostanze indicate dal De Candolle ib. pag. 520.

[14] Visione.

2394. Le **immagini si formano al fondo dell'occhio**, e noi il vedremo, parlando di quest'organo mirabile, nell'AGRICOLA ZOOLOGIA. Ivi sarà facile comprendere di qual guisa l'occhio possa contemporaneamente vedere al medesimo posto due punti diversi, e l'un dall'altro discosti. Si è voluto imitare con lenti l'opera portentosa dell'organico meccanismo onde negli animali e nell'uomo la facoltà di vedere: ma se l'occhio può di qualche guisa paragonarsi ad una lente, la sua ingegnosa struttura è tale che le sue dimensioni si modificano all'uopo dell'animale; e non d'altro modo n'è concesso ad esempio di scorgere bianche le nubi senza *frange* colorate, se non perchè la fisiologica natura dell'organo sa correggere le rifrazioni, e difrazioni che la visione distinta potrebbero scompaginare.

2395. La **visione positiva** ne fa distinguere da lungi gli obbietti splendenti, le bianche cime dell'alpe nevosa, le bianche rocce calcari, i coni vulcanici di pietra pomice, chè si proiettano sull'azzurro de' cieli: e della stessa guisa gli edifici, come casolari, tettoie, ecc. a pareti esterne imbianchite rilevansi egregiamente sul fianco de' colli verdeggianti, e le bionde messi presso a pingui prati.

Veder bene e veder da lungi sono alle volte facoltà distinte in diversi individui. La *visione indistinta* dipende da aberrazione di sfericità dell'occhio, dalla diffrazione prodotta ai contorni della pupilla o delle ciglia, dal modo irregolare con cui l'irritabilità della retina propaga attorno a ciascun punto l'impressione direttamente ricevuta. La *visione confusa* succede quando il fuoco cade davanti o di dietro della retina.

2396. La **visione negativa**, secondo l'espressione del BOUGUER, è quella per cui n'è dato scorgere le vette oscure de' monti, le quali si stampano per così dire come tetre masse sullo splendente campo della volta de' Cieli. E noi le scorgiamo per la differenza di spessezza degli strati d'aria interposti sino a quelle cime, e sino all'estremo limite dell'orizzonte visibile.

Ne' zoologici studii le differenze di visione dipendenti dalla natura dell'organo animale che ne esercita le funzioni torneranno più agevoli a conghietturarsi, occorrendo il sussidio delle nozioni fisiologiche a ciò convenevoli (1).

---

(1) Giova notare in questo luogo antiche osservazioni di LEONARDO DA VINCI riportate dal LIBRI:

1° La pupilla dell'occhio diminuisce tanto la sua quantità quanto e' crescie il luminoso che in lei s' imprime;

2° Tanto crescie la pupilla dell'occhio quanto diminuisce la chiarezza del giorno o d'altro lume che in lei s' imprime;

3° Tanto più intensivamente vede o conoscie l'occhio le cose che li stanno per obbietto, quanto la sua pupilla più si dilata, e questo proviamo mediante li animali notturni, come nelle gatte e altri volatili, come il gufo e simili li quali la pupilla fa grandissima variazione de grande a piccola nelle tenebre o nell'alluminato;

4° L'occhio posto nell'aria alluminata vede tenebre dentro alle finestre delle abitazioni alluminate.

5° Tutti li colori posti in lochi ombrosi paiono essere d' eguale oscurità in fra loro.

6° Ma tutti li colori posti in lochi luminosi non si varian mai della loro essenzia. (*MS.* LEONARDO DA VINCI, *Vol.* E, f. 17). LIBRI. *Loc. cit.* Tom. III (Note XVII), pag. 253.

2397. Il **senso della vista** va egli scadendo nell'umana progenie? Senza toccare la quistione d'un particolar modo d'affievolimento cui pare soggetta l'intensione della luce (1), nè le differenze che offre la forza della vista tra gli stessi uomini, un tal quale medio d'attitudine organica sembra conservarsi nell'umana razza dagli antichi tempi della Grecia sino a noi. Di quelle sette medesime stelle nel gruppo delle Pleiadi, di cui sole 6 poteansi d'ordinario vedere a tempi di OVIDIO (2), oggi pure accade lo stesso ad occhio nudo.

2398. L'**angolo minore** sotto cui può rimanere sensibile alla vista un oggetto, quando si tratta di corpi terrestri, è difficile a determinare. Ad esempio lo ADAMS rimarcò che una verga lunga e stretta è molto più da lungi visibile, d'un quadrato d'eguale larghezza. Investigando l'influenza della forma e de' contorni degli oggetti sulla loro visibilità, misurava lo ARAGO i minimi angoli visuali sottesi dai fili di parafulmini assai lontani. Ma il limite di cotesto angolo minimo da Roberto HOOKE si valutò ad un minuto di grado, da Tobia MAYER a soli 34 minuti secondi, quando si osservi un punto nero sovra campo bianco, ed il LEEWENHOEK affermò potersi scorgere un filo di ragno sotto un angolo di soli minuti secondi 4, 7 (3). Per conchiudere ad esempio pratico, serve il racconto dell'HUMBOLDT il quale ad occhio nudo scorse a 28 chilometri di distanza una immagine bianca ch'era il suo celebre amico BOMPLAND: laonde fatto il calcolo della larghezza delle sue spalle, egli lo scoperse sotto l'angolo di 7″ a 12″.

Sarebbe adunque un oggetto largo da 1 metro a metro 1,6, veduto a 28 chilometri. Ma concorsero a questo fatto condizioni le quali appunto ammaestrano pel caso in cui si avessero per dirizzamenti di fiumi, per tagli di lunghe strade, per escavazione di nuovi canali, o altre emergenze, da stabilire segnali a distanze ragguardevoli.

In *primo* luogo l'aria pura e poco densa, a quella situazione di Chillo a QUITO in America.

In *secondo* luogo il BOMPLAND avea dietro a sè il fianco di montagna tutto di basalti neri, ed esso portava un mantello bianco: era perciò un oggetto bianco proiettato sovra fondo o campo nero.

Potrei citare altri esempi, ma basti questo per conchiudere 1°, come riconfermano le sperienze dello HUECK, riuscire più visibili da lontano gli oggetti bianchi su fondo nero, che gli oggetti neri su campo bianco; 2° che la mobilità dell'oggetto che vogliasi avvistare, può agevolare a vederlo; 3° che nota la distanza estrema in cui un oggetto riesce ordinariamente visibile, si può far concetto della maggiore o minore densità dell'aria dalla meno o più distinta visione del medesimo.

2399. La **scintillazione**, lo sfavillare degli astri, quella trasmissione di fulgore e replicata vibrazione propria delle stelle (non de' pianeti) per cui sem-

---

(1) HUMBOLDT. *Cosmos*. PARIS 1851, Tom. III, p. 36.
(2) *Quæ septem dici, sex autem esse solent.* OVIDIO, Fast. IV, 170.
(3) Da sperimenti dell' HUECK risulta potersi distinguere linee o piuttosto tratti bianchi su fondo nero, sotto l'angolo di 1″, 2; anzi una bava di ragno sotto quello di 0″, 6, ed un filo metallico brillante sotto l'angolo appena di un quinto di minuto secondo, cioè di 0″, 2.

brano tramandare scintille, onde gli occhi de' risguardanti sono dilettati e di alcuna guisa abbagliati, è fenomeno che ARISTOTILE volle spiegare (1) ma LEONARDO DA VINCI meglio segnalò per fenomeno dipendente dalla struttura dell'occhio (2) e venne infine dall'ARAGO mirabilmente dischiarato (3).

Ed a qual uopo d'agricoli studi eziandio lo sfavillare delle stelle? Se tutti avessero imitato, o imitassero l'HUMBOLDT nel tener conto di ogni minima circostanza, anco apparentemente estrinseca, che accompagna i fenomeni naturali; e, com'esso, raffrontato il maggiore o minore scintillamento degli astri collo stato dell'atmosfera, n'avremmo assai preziose indicazioni pegli studii metereologici. I fenomeni della stagione delle pioggie nella zona de' tropici sono annunciati dallo sfavillare degli astri nelle regioni elevate, ove nell'altre epoche essi punto non scintillano (4). Ma tornerà meglio in acconcio riparlarne al II LIBRO.

2400. Una **piccola luce si cancella con una maggiore**: qual è la causa di quest'apparenza? Egli è perchè i raggi lanciati dalla luce più intensa non solo formano una immagine netta sulla retina dell'occhio, ma disperdonsi eziandio attorno alla medesima in causa della imperfezione di trasparenza della cornea, una delle tuniche dell'occhio medesimo. Perciò la retina essendo già illuminata dalla luce diffusa del corpo più luminoso, non può l'impressione del meno lucente riuscire sensibile in quel campo già illuminato. Le stelle non distinguonsi di *giorno* ad occhio nudo, perchè l'occhio è già colpito dall'immagine dell'atmosfera interposta tra l'occhio e la stella, e in secondo luogo per la luce diffusa proveniente dalla dispersione che le imperfezioni della cornea fanno subire ai raggi emananti da tutti i punti dell'atmosfera visibile. Di *notte* quegli strati atmosferici non agiscono punto nè sulla retina nè sulla cornea, ed ogni stella del firmamento vi produce la sua immagine netta, salvo che disperdendosi pure una parte della di lei luce per la manchezza di diafanità della cornea, vi resta poco o nulla sensibile l'impressione dell'immagine d'un astro meno splendente (5).

[13] Strumenti ottici.

2401. Gli **apparati** o vuoi strumenti ottici sono formati di corpi *riflettori* e *rifrattori* acconciamente disposti per soccorrere alla visione naturale. Quindi ponno dividersi in due classi: gli uni destinati a correggere le imperfezioni o difetti dell'organo della vista: gli altri ad estendere la sua facoltà. I principali strumenti ottici debbonsi agl'Italiani, cominciando dagli occhiali comuni sino ai

(1) ARISTOTELIS, *de Coelo*. II, 8. — Pare, secondo la sua interpretazione, che riponesse la scintillazione in uno sforzo dell'occhio obbligato a grande sforzo per distinguere gli astri immobili troppo lontani.

(2) LEONARDO DA VINCI. « In prima definisci l'occhio , poi mostra come il battere « d'alcune stelle viene dall'occhio, e come li razzi delle stelle nascon dall'occhio ». LIBRI *loc. cit.* Tom. III, pag. 228.

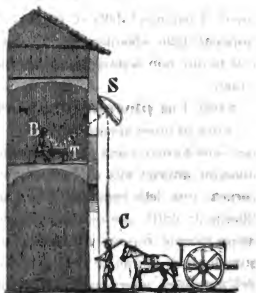
(3) HUMBOLDT. *Voyage aux Régions équinox*. T. 1, pag. 623.

(4) HUMBOLDT. *Tableau de la Nature* 1850. Tom. 1, pag. 34, e nelle addizioni a pag. 203 (38).

(5) HUMBOLDT manoscritto dell'ARAGO. V. *Cosmos*, PARIGI 1851, pag. 287-288.

più maravigliosi telescopii (1). L'agronomo che desideri conoscere a perfezione alcune delle nozioni agrologiche più rilevanti che dipendono dall'ottica e dalla astronomia, non troverà disdicevoli alquanti cenni sugli apparecchi di cui vorrà corredare il suo gabinetto di studio, oltre gli strumenti che aiutano a disegnare o copiare immagini dal vero.

2402. La **camera nera** s'indicò in genere nel § 2326. La figura 609 ne porse l'idea di quella più in uso de' *disegnatori*. L'immagine è recata sulla tavola in piano, essendo verticale il foro colla sua lente che riceve il fascio di luce proveniente da lontani oggetti illuminati, mercè il sussidio del *riflettore* o *specchio* Q. Quest'ingegno suggerì l'idea del *polemoscopio* onde stando in casa da B (fig. 635) vedesi entrare il barrocciajo C: la cui immagine è riflessa dallo specchio S convenientemente collocato fuori della finestra, il quale la riflette sullo specchio orizzontale T dov'è veduta dall'individuo B. D'egual mezzo può valersi per sorvegliare ciò che facciasi nell'aja e nel cortile, acconciamente inclinando e dirigendo l'esterno specchio, e collocando l'interno in modo opportuno.

Fig. 635.

Della **camera lucida** dirò nel caso che ne occorra qualche pratica applicazione.

2403. Il **Dagherrotipo**, lo *Stereoscopo* del Brewster ed altri ingegni *fotografici* (2), sono tutti mezzi per ritrarre dal vero immagini di paesi, di edifizii, di piante e d'animali, ma oltrecchè per comprenderli è mestieri di nozioni chimiche ancora da rinsegnare, sono rari i casi in cui si verifichi necessità per l'agronomo di conoscerli, e in cotale emergenza dovrà procacciare, nel far l'acquisto degli apparecchi opportuni, di apprendere l'uso pratico de' medesimi,

(1) Gli *occhiali* furono invenzione, il cui autore è palesato in una iscrizione ch'era in S. Maria Maggiore di Firenze, ove leggesi: Qui diace Salvino Armato degli Armati di Fir. inventor degli occhiali. Dio gli perdoni le peccata. Anno Domini MCCCXVII (Tiraboschi *St. cit.* Tom. IV, pag. 179).— Il Telescopio (n'ho detto al § 15 in nota), come il *microscopio*, debbonsi al Galileo (V. Viviani, Vita del Galileo, pag. 32). Il *microscopio* degli antichi era la piccola sfera di vetro (§ 2331) giacchè Seneca nel citato passo (*Quest. Nat. lib.* 1, *v.* 5 *e* 6) espressamente dice *literæ quamvis minutæ et obscuræ per vitream pilam aqua plena majores clarioresque cernuntur*. Il *telescopio di riflessione* dal Newton costrutto nel 1672 fu immaginato del 1616 e adoperato dallo Zucchi (V. la sua *Ottica* citata dal Tiraboschi). Un apparecchio per trasportare l'immagine d'un disegno sopra altro foglio di carta pubblicò M. Antonio Cellio nel 1686, e può vedersene la stampa nella XLVIII[a] delle *lettere del* Rambelli *intorno Invenz. e scoperte italiane*. Modena 1844, pag. 257 ecc., nelle quali trovansi pur altre nozioni importanti, in ispecie nella XLIX e LXXXVI lettera.

(2) È molto singolare rispetto alla potenza attiva o azione fisico-chimica della luce quell'osservazione d'Aristotile riportata dall'Humboldt in questi termini: « Aristote *cite que, en certaines circonstances, un miroir de métal très-pur garde à sa surface dès qu'une femme y a jété les yeux, une trace nuageuse difficile à effacer*. Cosmos Ediz cit. T. III, p. 266.

perchè senza speciale esercizio riuscirebbe solo a conseguire prove difettose ed al suo fine non rispondenti.

2404. Lasciando adunque di far altro cenno sui detti artificii fisico-chimici e ponendo mente agli altri *strumenti* o *apparati* ottici (oltre quelli destinati a correggere parziali difetti di vista) essi possono dividersi in due classi: l'*una* delle quali comprende quelli che ne procacciano la vista di oggetti troppo da noi distanti perchè ad occhio nudo si possano scorgere: l'*altra* gl'ingegni atti a svelarci oggetti che sfuggono alla visione naturale per la loro picciolezza. Ma non dirò delle *lenti* oltre quanto accennai ne' § 2350 ecc. nè di tutte le varie sorta di *cannocchiali* ecc. limitandomi ad un cenno de' due strumenti principali in ciascuna delle classi mentovate.

2405. Il **telescopio** non esiste che da due secoli e mezzo (1). Perciò senza contare l'epoche dei Caldei, degli Egiziani, e dei Cinesi, sono trascorsi dal tempo d'ARISTILLO e TIMOCHARIS sino a GALILEO 19 secoli, e durante si lunga epoca quante osservazioni e scoperte astronomiche fatte senza cannocchiale (2), ad occhio nudo! IPPARCO, TOLOMEO, e COPERNICO, e TYCHO-BRAHE non conobbero telescopio. Qual mezzo adunque potea almeno in parte sopperirvi? Lunghi tubi (3) alle cui estremità si fissavano *diottre* ossia *traguardi* oculari e oggettivi, fu per avventura il mezzo più comune, e gli Arabi certamente se ne servirono perciocchè descritti da ABOUL-HASSAN, siccome riferisce l'HUMBOLDT, il quale soggiugne l'esplicazione data dall'ARAGO sul modo con che da cotali tubi può la visione rimaner aiutata. Sopprimon essi difatti gran parte della luce diffusa, emanata dagli strati atmosferici interposti tra l'occhio e l'astro osservato; e di notte eziandio, proteggon l'occhio contro l'impressione laterale prodotta dalle particelle d'aria, debolmente ma pur illuminate dallo insieme de' corpi luminosi del firmamento. Quindi s'accresce moltissimo l'intensione dell'immagine luminosa, non che la grandezza delle sue dimensioni apparenti (4). Nè per altro fine è questo cenno che per indicare agli agronomi, cui prema osservare oggetti assai distanti, di aiutarsi con lunghi tubi, perciocchè n'avranno più agevole e

---

(1) La scoperta del telescopio nel 1608 fu per la cognizione del cielo più che la scoperta dell'America nel 1492 per quella della terra. Al telescopio in meno di due secoli e mezzo è dovuta la scoperta di 14 o 15 nuovi pianeti; di 4 lune per Giove, 8 per *Saturno*, 4 o 6 per *Urano*, 1 per *Nettuno*; delle macchie del *Sole*, delle fasi di *Venere*. Ha disvelato la forma e l'altezza delle montagne della *Luna*, le macchie ai poli di *Marte*, le zone di *Giove* e di *Saturno*, e il magnifico anello che lo circonda. Arroge le *Comete* interne o planetarie, e le *nebulose* e le *stelle* doppie contate a migliaia. HUMBOLDT. *Cosmos. loc. cit.* p. 68. È magnifico eziandio l'elogio del telescopio fatto da BACONE: *Secundi generis sunt illa altera.* PERSPICILLA *quæ memorabili conatu adinvenit* GALILAEUS, *quorum ope, tamquam per scaphas aut naviculas, aperiri et exerceri possint propiora cum Coelestibus commercià. Hinc enim* ecc. FR. BACONIS DE VERULAMIO, Nov. Organ. VENETIIS 1775, pag. 225.

(2) Il primo cannocchiale fu costruito secondo l'HUMBOLDT nel 1608.

(3) STRABONE (lib. III, p. 138 CASAUB.) rilevava apparire maggiore l'immagine del Sole sì al levare che al tramonto, perchè l'occhio guardando a traverso vapori, come quando *osserva con tubi*, riceve raggi spezzati che producono una immagine di forma maggiore ecc.

(4) HUMBOLDT. *Cosmos*. PARIS 1851. Tom. III, pag. 51.

distinta visione. Sarà un ingegno alla mano per gli oggetti lontani, quanto l'altro dei globi di vetro (§ 2351) per gli oggetti vicini (1).

2406. Qual è la **causa** della potenza recata alla vista dai telescopii (2) anche in pieno giorno quando la luce diffusa dovrebbe opporre tanti ostacoli? La dichiarò l'Arago in una lettera all'Humboldt. I forti ingrandimenti aiutano a distinguere gli astri anche in pieno giorno, perchè il cannocchiale concentra nell'occhio, ed introduce nella pupilla una maggior quantità di raggi luminosi senza troppo ingrandire l'immagine dell'astro, mentre lo stesso apparecchio ottico agisce in modo assai diverso sul fondo del cielo in cui si proietta la stella. Però in generale avverta l'agronomo istruito (che non voglia rimanersi privo di due strumenti, egualmente utili che dilettevoli, come un buon *cannocchiale* e un conveniente *microscopio*) di starsi contento a discreti acquisti, anco perchè come dissi spesso conseguesi l'ingrandimento a spese della chiarezza (3).

2407. Il **Microscopio** è strumento a mia stima essenziale per l'agricoltore. Quante volte non accade egli di vedere pianticelle illanguidire, e vi discervellate per iscoprirne una causa che il microscopio vi disvela in un momento? Una lente *biconvessa* (§ 2352) a corta *distanza focale* con incassatura d'osso o di metallo, è un *microscopio*; e l'agronomo quando passeggia pel campo dovrebbe sempre averla con seco. Hannovi, per le indagini più minute e severe, *microscopi composti*, i quali diconsi *diottrici* se formati di sole lenti, e *catadiottrici* se di lenti e di specchi. La spesa di un microscopio anche composto è assai tenue, e non di rado avvertirebbe l'economo solerte se il suo frumento, il suo riso nel granaio hanno germi d'insetti, i quali ad occhio nudo si veggono solo quando il male è inrefrenabile. Aspetterò a descrivere il più convenevole quando ricorrerà vantaggiosa una osservazione microscopica di qualche oggetto di sostanza organica, per accennare insieme gli avvedimenti indispensabili in cotali delicate investigazioni, le quali parecchie volte indussero, anche qualche naturalista, in errori da ottiche illusioni prodotti. Per citarne esempio, quella mala semenza di forfora dell'uva, chiamata *oidio*, scossa dagli acini e guardata

---

(1) I globi di vetro noti agli antichi (§ 2351), come gli effetti de'cristalli ardenti e dello smeraldo di Nerone memorato da Plinio al libro XXXVII, cap. V, non poteano punto servir loro per osservazioni astronomiche.

(2) Nell'Athenæum era non ha guari descritto un nuovo telescopio gigantesco che si costruisce sul Wandsworth-Common lungo in complesso oltre 25 metri, e nel suo maggior diametro, essendo fusiforme, di metri 1, 3; la *distanza focale* varia tra metri 23 e metri 25, 5. L'*oggettivo*, lavoro del Chauce a Birmingham, ha il diametro di centim. 60, cioè maggiore di quello adoperato dallo Struve nell'osserv. di Dorpat, che n'ha soli 24. La forza di questo telescopio è tale che permette di leggere caratteri di 6 a 7 millim. alla distanza di 800 metri. L'Institut n° 979 (6 oct. 1852).

(3) Volea l'Hooke vedere animali nella *Luna*, e propose la costruzione d'un cannocchiale di 3 chilometri. Ma presto si conobbe quanto gli strumenti a gigantesche dimensioni fossero incomodi, quando la lunghezza focale oltrepassava 30 metri. Infatti il telescopio a specchio dell'Hadley della distanza focale di metri 1,6 si trovò dal Bradley e dal Pound assai più efficace del rifrattore di Costantino Huygens di 41 metri. Di poi nel 1759 il Dollond scoprì la soluzione pratica del problema dell'*acromatismo*, proposto dall'Eulero e dal Klingesternie, e finalmente William Herschell costruiti telescopii di 2 metri con lunghezza focale di 6 metri, ottenendo un ingrandimento di 2200 a 6000 volte, finì per fabbricarne uno di oltre 12 metri. Il nuovo telescopio di lord Rosse ha di apertura metri 1,83, e metri 15 di lunghezza, e col suo specchio concentra una enorme quantità di luce. Humboldt. *Cosmos, loc. cit.* pag. 72-73.

col microscopio può raffigurare i piccoli funghetti della figura 636. Ma se più

Fig. 636

cauta ed esatta farete l'osservazione, vedrete quegli stessi *sporangi* a loro posto, e la funesta parassita vi comparirà d'altra guisa nel suo insieme come la fig. 637 addimostra e sarà meglio in altra circostanza chiarito.

Fig. 637.

2408. **Dichiaramento.** Egli si parrà soverchio il presente Articolo sulla *luce*: prego nondimeno il leggitore benevolo ad attendere la sposizione de' Libri successivi prima di darne giudicamento. Gli altri Articoli, e più le nozioni de' Capitoli rimanenti di questo primo Libro, saranno appieno compendiose per non dir proprio tarpate, dovendo da quinci innanzi strettirle per imperio di circostanze che alla fine dell'Opera, se mi basti il Cielo a condurla a buon termine, non mancherò di far conte. Non si apponga perciò nè a stanchezza, benchè gravissime le difficoltà dell'arduo cammino intrapreso, nè a manchezza di buon volere o d'incessabili studi, se quanto rimane per compiere il Libro presente, apparirà men estesamente, e radicalmente trattato. Nè tenni dicevole questa dichiarazione se non perchè l'agronomo studioso ed amorevole nello avvedersi di questa limitazione non abbia a temere che vengano per me trasandati gli altri fenomeni naturali la cui cognizione è indispensabile a chi voglia realmente investigare ed apprendere (per quanto giovano i filosofici aiuti delle scienze) la ragione delle cose, ed a informare la scienza stessa dell'Agrologia: imperciocchè verranno all'uopo ne' successivi Libri, ove richiamati dal subbietto, a sufficienza esplorati.

Art. II. Del calorico.

2409. Il **calorico** è quello stato, condizione, o maniera di essere della *sostanza eterea*, senza del quale non ha luogo la vita: quasi affermeresti, in esso rappresentarsi quella *sostanza* cui s' è dato nome di organica. Nell'animale fatto cadavere, ogni calore dilegua, l'uom del volgo perciò, calore e vita ha per sinonimi: ma se vita senza calorico è impossibile, tuttavia non dèi confon-

dere calore e vita, chè non è da intendere una condizione dello esistere per la esistenza medesima. Nel vegetale, quando estinto, non trovi sensibile disperdimento di calore, perciocchè la pianta vivente d'ordinario ne sembri possedere la temperatura dell'aria che la nutre e circonda. E questo pure non dee indurre a falso supposito, perchè anco per le piante, senza calore non è vita. Avvegnachè molte piante non manifestino calore sensibile, non è da dubitare che sia loro necessario: nella stessa guisa e' ci parrebbe non affatto essenziale per non pochi animali la luce, se volessimo conghietturare che ne mancano perchè in luoghi che non ne contengano in misura per noi apprezzevole. La quantità poi del calorico, o diciamo i gradi di calore, sono anzi diversi per le differenti specie d'animali e di piante; e su questo fondasi l'influenza del *clima*.

2410. A termini dell'avvertenza esposta al § 2408 tratterò di volo;

[1] Generalità sul calorico.
[2] Effetti che produce ne' corpi.
[3] Leggi da cui si governa.

Rimanderò gran parte di quanto concerne la *temperatura* al LIBRO II, ed al CAPITOLO IX i fenomeni della *combustione* ecc.

[1] Generalità.

2411. Calorico e calore. Esponendosi ai raggi solari, accostandosi a legna che arda, o a fiaccola che illumini, noi proviamo la sensazione del *calore*: ma non confondasi l'effetto colla causa che lo produce, ed è il *calorico*; fluido imponderabile per sentenza dei fisici, ossia vera *sostanza eterea* modificata nella forma o maniera di essere (1) capace di produrre speciali e distinti fenomeni. Tra quali *primo* e più evidente è quello della *mutazione di stato* della *sostanza materiale* (§ 2025): *secondo* quello di cagionarne la *temperatura*, perciocchè un corpo può per l'aggiunta o diminuzione di *calorico* divenire più o men *caldo* senza *mutazione di stato*; *terzo* quello di penetrare tutti i corpi, e passare dagli uni agli altri, tendendo a porsi in uno stato d'equilibrio dipendente dalla natura sua e da quella de' corpi medesimi. Tutti fenomeni immediato effetto della *impulsione*.

2412. Il **fuoco** è una manifestazione del *calorico*, quand'esso acquista le proprietà considerate appartenere alla *sostanza eterea* sotto forma di *luce*. Si può riscaldare sì energicamente una massa di ferro da non poterla toccare colle mani senza che punto risplenda, come per converso vi ponno essere corpi rilucenti (§ 2391) senza che riscaldino. E *riscaldare* non esprime solo gli effetti che ne conseguono a noi sensibili, ma quelli eziandio che ne' corpi inorganici se ne promuovono: esposto ad una sorgente di calorico il ghiaccio si fonde, l'acqua si evapora, o anco si decompone.

(1) TELESIO DA COSENZA, fondatore di sistema più razionale che non la fisica de' peripatetici, stabiliva la materia essere affatto passiva, e tutti i fenomeni dipendere da due principii immateriali o forze, il *freddo* e il *caldo*. Tutta la vita organica, le piante e gli animali risultare da cotali due forze perpetualmente opposte, delle quali l'una, il *calore*, appartiene alla sfera celeste, l'altra, il *freddo*, alla sfera terrestre.

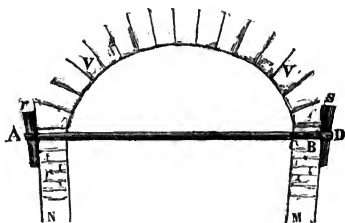
2413. Libero, latente, o combinato chiamano i fisici il *calorico*, secondochè lo si offre ne' corpi; ma dipende dallo stato dell'ambiente in cui essi si trovano, rispetto al *libero* ed al *latente*. Distinzioni meglio apprendevoli poscia che noti gli effetti dal calore prodotti.

2414. In **tutti i corpi** esiste il *calorico*. Il *ghiaccio* medesimo ne contiene, e lo si prova da ciò, che può generarsi del freddo tale da fare discendere il *termometro* a 100 gradi ed oltre, al di sotto di quello corrispondente alla temperatura del ghiaccio. L'accumulamento del *calorico* chiamasi *densità* del medesimo, e l'attitudine del corpo a riceverlo è chiamata sua *capacità* pel calorico. La *tensione* o *temperatura* d'un corpo è quindi in ragion diretta della *densità* del calorico ed inversa della *capacità* del corpo.

[2] Effetti generati dal calorico.

1. Dilatazione.

2415. Dilatazione dei solidi. Lo aumentarsi della *sostanza eterea* interposta nelle molecole della *sostanza materiale*, quando quella è nello stato di *calorico*, ha con seco tale accrescimento d'*impulsione* che vincendo la coesione delle molecole perviene a scostarle, e quindi il corpo si *dilata*. Tutti conoscono l'artificio del fabbro per cerchiar ruote, onde v'appone il cerchione di ferro caldo che nel raffreddare si scorta e saldamente razze e quarti costringe. Se ad esempio la volta V V avesse forzati colla spinta i due muri M ed N (fig. 658) si tra-

Fig. 638.

versino con robusta sbarra di ferro A B fornita di occhio A in cui infilzasi il punzone o paletto di ferro *r*, e dall'altra parte degli occhi o anelli C e B che non pervengono affatto all'esterno del muro M. Riscaldando energicamente ed egualmente tutta la verga, nello arroventare si allungherà tanto da uscire come in D ed allora vi s'introduce il maschio o punzone S. Nel raffreddare si contrae nelle dimensioni di prima, e con que' saldi punzoni obbliga i muri a raccostarsi. Per un ravvicinamento ulteriore arroventando la sbarra, uscirà il secondo occhio o anello C, nel quale s'infilzerà un secondo punzone e pel successivo

raffreddamento i due muri dovranno di nuovo raccostarsi (1). Nel che ciascun vede l'accorgimento necessario che l'estremità della sbarra possano liberamente muoversi pe' fori: in secondo luogo se si trattasse del solo muro M che sbiecasse dal perpendicolo, sarebbe d'uopo assicurare assai saldamente l'altro muro N nella sua posizione verticale.

2416. La dilatazione, 1° per forza di calore non è proporzionale alla temperatura al di là del grado rispondente alla bollizione dell'acqua: 2° varia secondo i diversi corpi. Prendendo verghe de' seguenti corpi, la loro dilatazione, alla temperatura di 100° C, risulta in frazione decimale della lunghezza che hanno a zero gradi,

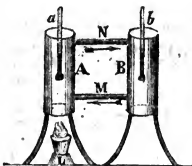
pel *Vetro* . . .	0,00088	*Ottone* . . .	0,00188
Ferro . . .	0,00122	*Argento* . . .	0,00191
Acciaio . . .	0,00124	*Stagno* . . .	0,00193
Rame . . .	0,00171	*Piombo* . . .	0,00284

I corpi più *fusibili* sono in generale i più *dilatabili*.

2417. La **dilatazione de' liquidi** segue la loro maggiore o minore attevolezza a *vaporare*: infatti sono dilatabili il *mercurio*, l'*acqua* e l'*alcool* nella ragione di 1 : 3 : 9. Quanto più accostano il punto di bollizione tanto più rapidamente dilatano. Nel § 2034 s'è fatto conoscere la specie d'anomalia presentata dall'acqua nello agghiacciare; questo fenomeno di simil guisa e per analoghe ragioni, in parecchie soluzioni saline, e metalliche leghe s'avvera.

2418. Tale è l'effetto necessario della accresciuta *impulsione* che la maggior copia di calorico ne' corpi condensa. I liquidi poi, per la mobilità delle loro molecole, quando riscaldati disegualmente (ad esempio ne' lati o nel fondo de' vasi che li contengono) diventando, ove più riscaldati specificamente più leggeri perchè più dilatati, induconsi a moti ascendenti e discendenti nella guisa che s'è detto dell'aria (§ 2255). Due vasi A e B comunicanti tra loro (fig. 639) coi tubi N ed M, riempiansi d'acqua: colla lampada L a spirito (*alcool*) si riscaldi solo il vaso A: l'acqua nel fondo del medesimo scaldasi, e dilatando divien più leggera di quella alla cima: perciò dal fondo ascende e pel tubo N passa nel vaso B: d'onde la più fredda, trascorrendo pel tubo M, va nel fondo di A ad occupare il posto di quella che pel calorico ivi si solleva. Oltrecchè i due *termometri a* e *b* notano le temperature che il liquido prende successivamente ne' due vasi, gettando un po di crusca o segatura di legno nell'acqua, si potranno scorgere nei tubi M ed N, se siano di vetro, i suoi movimenti in senso opposto, come indicano le frecce nella figura.

Fig. 639.

Da questa sperienza s'avrà ragione nel V LIBRO di alcuni fenomeni fisiologici o piuttosto patologici nella circolazione del succhio delle piante: e ne

(1) Questo artificio fu eseguito a PARIGI nel *Conservatorio delle Arti e Mestieri*; in luogo degli occhj o anelli, l'estremità della sbarra si foggiò a vite e coll'acconcio dado o galletto si venne a più riprese ad accorciarne la lunghezza e ristabilire due muri a perpendicolo.

spiegherà l'ingegno di riscaldare le serre e stufe mediante la circolazione dell'acqua calda (1), operata appunto nella guisa anzidetta scaldando il liquido nel recipiente R fornito del tubo ricurvo TBS (fig. 640) onde pel riscaldamento circola come le freccie addimostrano.

Fig. 640.

2419. Si **dilatano gli aeriformi** proporzionalmente ai gradi di temperatura, con più uniforme regola che non forse i liquidi. Per ogni grado del *termometro* centesimale, aumentano un 267mo del loro volume a temperatura di zero. Se adunque si potesse sottoporre un gas a temperatura di 267 gradi sotto zero, secondo alcuni fisici, il gas rimarrebbe affatto senza volume: lo che non avverrebbe, perciocchè il gas nel passaggio per que' gradi intensi di freddo a liquidità ed a sodezza si ridurrebbe, laonde pervenendo a certo punto non avrebbe più luogo quella diminuzione di volume.

Coll'enunciata regola, dovuta al GAY-LUSSAC, se il volume del gas cresce ad ogni grado del *term. centes.* di un 267mo cioè di 0,00375, a gradi 35 C l'aumento sarà di $0,00375 \times 35 = 0,131205$. Se il gas abbia volume di 1 a 0° gradi, crescerà dunque a 35° C sino ad 1,131205. Ma siccome la pressione diminuisce elevandosi la temperatura, quindi quell'aumento sarà ancora da calcolare nella ragione inversa della diminuita pressione. Ad esempio, se questa da 760 millimetri fosse discesa a 500, il volume V del gas ch'era 1 a zero, e 1,131205 a 35° C, diverrà.

$$500 : 760 :: 1,131205 : V.$$

onde a zero gradi, $V = 1$; ed a 35° C. sarà $V = 1,7075$.

2. Strumenti termometrici.

2420. Sino dall'anno 1596 *trovati avea il* GALILEO *strumenti di vetro con acqua ed aria per distinguer la mutazione di caldo e di freddo, la varietà de' temperamenti, e de' luoghi* (2), e il SAGREDO matematico Veneto questo scrivea al GALILEO nel 1613; l'*istrumento per misurare il caldo*, in-

(1) Da questi principii discendono i *termosifoni*, e descriverò a suo tempo il *termosifone a vapore* costrutto nelle aranciere dell'Orto botanico a TORINO, descritto dal DELPONTE nel *Giorn. dell'Assoc. Agr. degli Stati Sardi*. Febb. 1853.

(2) VIVIANI. Vita del GALILEO. VENEZIA 1836, pag. 25.

ventato da V. S. è stato da me ridotto in varie forme assai comode ed esquisite, intantochè fa la differenza della temperie da una stanza all'altra e si vede sino a cento gradi (1). Non dispiaccia al lettore questo cenno storico; il quale già comprende riferirsi a strumento misuratore del caldo, abbastanza noto.

2421. Il **termometro** è necessario ad ogni buon campagnuolo; in ispecie se ad allevamento di bachi da seta debba accudire. Un tubetto di vetro VT (fig. **641**) rigonfio al capo inferiore T, e chiuso d'ordinario all'altro estremo V, contenente alcool colorato o mercurio, s'applica per solito a sottile tavoletta in cui è segnata una scala di graduazione. Quel liquido al mutar di temperie, muta volume (§ 2416), e le sue mutazioni coll'ascendere o calare entro al tubo fa manifeste. Notasi il punto a cui il liquido riducesi, quando esposto a temperatura del ghiaccio fondente; e l'altro cui sale, al calore dell'acqua bollente. Lo intervallo tra i due punti dal Reaumur si divise in 80 parti; in 100 dal Celsio; onde i termometri stabiliti con queste graduazioni diverse, dai detti autori assumono il nome. Il Reaumuriano è più comune; ma dai fisici e chimici moderni si riportano le temperature al Celsiano o Centigrado; però avverta l'agronomo la differenza a null'altro ammontare che ad un quinto. Così come 80° R. valgono 100° C., si troverà che 20° R. rispondono a 25° C. e via dicendo (2).

fig. 641.

La temperatura influisce sulle piante pel suo eccesso, o per suo difetto, e per la sua durata; ed è necessario investigare il suo *massimo*, e il suo *minimo* sia nella terra sia nell'aria, cioè a dire ne' due mezzi in cui sviluppasi la vita de' vegetali. Perchè il *termometro* serva a questa investigazione, è d'uopo collocarlo all'ombra, isolato quanto si può da oggetti circostanti; e in pari tempo preservarlo dall'irradiamento del suolo mediante piccola tavoletta orizzontale, e da quello del cielo la mercè d'un piccolo tetto. I gradi poi (3) superiori allo

---

(1) V. Lettera XXXIV del Rambelli, loc. cit., ove stanno anche altre pregevoli nozioni che rivendicano la scoperta del *Termometro* agl' Italiani, anteriormente al 1620 in cui vuolsi rinvenuto dal Drebbel, medico in Alkmaar.

(2) Diverso calcolo occorre pel termometro del Fahrenheit, il quale scelse pel punto zero il *freddo* prodotto da miscuglio di neve e sale ammoniaco in parti eguali, e segnò il 600 al punto rispondente alla bollizione del mercurio. Il 32° F. risponde allo zero del reaumuriano e del centigrado: il 212° F coincide coll'80° R, e col 100° C. Siccome 212—32=180, così si ha la facile proporzione di questi tre strumenti, ne' num. 4, 5 e 9.

(3) Noti l'agronomo che i *punti fissi*, o termini invariabili di base alle scale de' termometri, esigono cautele non sempre osservate dai fabbricatori. Il Fontana, primo a segnalarne l'importanza, tra l'altre notò la differenza del *punto* del ghiaccio, variando un termometro secondo segnasi quel *punto* al buio od alla luce (*Opusc. Scient.* di Fel. Fontana. Firenze 1783). La scelta del corpo *termoscopico*, ossia del liquido o gas, le cui dilatazioni deono rispondere ai gradi di temperatura, non solo richiede somma diligenza, ma vuolsi considerare ch'entro i limiti del ghiaccio e dell'acqua bollente non s'elevano, o abbassano i liquidi con gradi uniformi tra loro. Ecco ad esempio quelli rispondenti ad alcune temperature pel *mercurio*, e per l'*alcool*, di cui compongonsi i termometri più comuni per uso delle serre, e delle bigattiere.

A mercurio per gradi R 80 = 60 = 40 = 20 = 10 = 5 = 0.

Ad alcool per gradi R 80 = 56,2 = 35,1 = 16,5 = 7,9 = 3,9 = 0.

Dunque *alcool* e *mercurio* si corrispondono negli estremi gradi 80, e zero: ma quando la temperatura fa montare il mercurio al grado 60, l'*alcool* sale solo a gradi

zero fannosi precedere dal segno *più* +, e gl'inferiori dal *meno* — per non cadere in equivoci nell'indicarli, ed eziandio per brevità d'espressione: onde — 7° R ad esempio ne significa speditamente sette gradi del termometro Reaumuriano al di sotto di zero.

2422. Il **termoscopio** è strumento anco più delicato, che rivela differenze tenuissime di temperatura, cui non giugne il comune termometro a palesare: ma per la ragione sempre del § 2408, non ne farò altro cenno.

2423. Il **termometrografo**, invenzione riformata dal BELLANI, è d'utile sommo perchè rimane in esso la indicazione della massima o minima temperatura cui sia stato esposto durante l'assenza dell'osservatore. Ommetto per brevità (§ 2408) di descriverlo, non meno che il PIROMETRO strumento fatto per misurare temperature elevatissime.

2424. **Durata del freddo.** I termometri indicano l'abbassamento di temperatura: ma esprimono solo l'intensione del freddo del momento, e non indicano la continuità delle gelate. Ora quanto più rendesi grossa la crosta di ghiaccio, ciò ne indica tanto più essere penetrata profondamente nel suolo l'azione del freddo, con effetti per conseguenza tanto più dannosi alle piante. L'astronomo FLAUGERGUES, conoscendo l'importanza che ha per l'agricoltore la misura dello spessore cui perviene il ghiaccio, inventò apposito strumento cui diè nome di *Kruometro.* Invece più agevolmente, seguendo il consiglio del GASPARIN, giova servirsi di un vaso aperto pieno d'acqua, e difeso dall'irraggiamento notturno con paglia(1). Ogni mattino rompesi la crosta di ghiaccio, e se ne misura la grossezza, la quale si troverà in ragione composta del *minimo* di temperatura e del tempo in cui essa ha perdurato (2). Ma meglio chiariremo il subbietto nel LIBRO seguente.

2425. **Colore del fuoco.** L'agronomo industrioso, che trovasi in circostanze di fabbricare ne' suoi fondi calce, gesso, mattoni ecc. osserverà che i fornaciai si regolano col colore, com'essi dicono, del fuoco, ossia quello che assumono le pietre, mattoni ecc. incandescenti, per governare la cottura de' medesimi materiali. Gli sarà pertanto utile conoscere a quali temperature, almeno prossimamente, corrispondano le indicazioni del colore, considerando i seguenti risultati ottenuti in gradi centigradi dal POUILLET (3) col suo pirometro ad aria, per diversi metalli.

Colore	Temperatura	Colore	Temperatura
Rosso *nascente* . .	525	Arancio *intenso* . .	1100
Rosso *cupo* . . .	700	Arancio *chiaro* . .	1200
Ciliegia *nascente* . .	800	Bianco	1300
Ciliegia *cupo* . . .	900	Bianco *fondente* . .	1400
Ciliegia *chiaro* . .	1000	Bianco *bollente* . .	1500

56. 2. Quindi può accadere che voi crediate d'avere i vostri bachi da seta a poc'oltre 16 gradi, perchè un termometro ad *alcool* vi noti 16,5, ed invece essere eglino esposti a gradi 20, come il termometro a *mercurio* riveleerebbe.

(1) GASPARIN. Cours d'Agr. Tom. II, pag. 59.

(2) Lo ADANSON assegnava 9 millimetri di spessezza per ogni 3°, 75 di abbassamento del termometro sotto zero: 45 millimetri per 15°, e 54 millimetri per 17°,5.

(3) POUILLET, loc. cit., pag. 148.

L'ultimo perviene anco a gradi 1600, ed è considerato rispondere alla più alta temperatura del fuoco di fornace. Per le pietre da calce e le argille, il termine ultimo suol essere il bianco, ossia la temperatura di 1300° C.

3. Mutazioni di stato.

2426. Della **fusione** si disse al § 2137, qual mezzo di passaggio de' solidi allo stato di liquidi. La *fusione* del ghiaccio presenta sempre un punto di temperatura fissa, e gli altri corpi, come la cera ecc., eziandio, purchè si adoperi in circostanze identiche. La liquefazione avviene a temperature il cui grado è costante pel ghiaccio e per altri corpi: mentre la solidificazione, e ad esempio, la congelazione dell'acqua, è determinata anco dalla pressione e agitazione dell'atmosfera, e da altre circostanze, onde avviene a differenti temperature. L'agronomo vedrà spesso gelar l'acqua e il terreno in giorni men freddi d'altri, in cui per lo contrario ghiaccio e neve si sciolgono. L'oscurità poi della notte ha un'influenza non ancor ben apprezzata, come altrove chiariremo.

2427. Della **vaporazione** si fe' motto al § 2139. A questa è dovuto se l'argilla non obbedisce agli effetti di dilatazione prodotta ne' solidi (§ 2415) dal *calorico*: se parimenti i legni non secchi, e in genere le sostanze organiche, anzichè dilatare, si scorciano. L'umidità contenuta in questi corpi, è cacciata dal calore colla evaporazione. Quando scaldasi l'acqua, e molti altri, se non tutti i liquidi, per quanto il fuoco s'avvivi, l'ebollizione si fa più rapida, la vaporazione più copiosa, ma il liquido, sempreché puro, rimane alla stessa temperatura. Il vapore poi in qualunque modo si svolga, si distacca sempre, come il BELLANI e il BELLI accertarono, colla temperatura della superficie liquida da esso abbandonata.

2428. La vaporazione non è opera tuttavolta esclusiva del calore: si vedrà infatti che l'esalazione acquosa de' vegetabili vascolari è assai tenue, sebbene sieno esposti a temperature elevate (non però al grado di alterare o disorganizzare i tessuti) quando non vi concorra l'azione della luce. È poi necessario distinguere vaporazione quale veggiamo accadere continua ne' liquidi esposti all'aria, da quella cagionata da sorgente diretta di calore. L'acqua, ad esempio, riposta in un vaso, a poco a poco diminuisce, e lo si scorge nel vino ed altri liquori contenuti in recipienti non chiusi. A poco a poco un sottilissimo velo di liquido a contatto dell'aria successivamente tramutasi in vapore. Ma in questi casi la vaporazione ha luogo solo alla superficie; e difatti, tanto è maggiore, quanto è più ampia relativamente la bocca del recipiente. Invece il liquido esposto alla diretta azione del calore non vaporizza solo alla superficie; ma il mutamento di stato producesi anco nell'interno della massa liquida, con effetto proporzionale e più pronto quant'è più abbondante la sorgente di calore. Onde suolsi il primo fenomeno chiamare semplicemente *evaporazione*, e l'altro *vaporazione* o *vaporizzazione*.

2429. La **bollizione** s' avvertì non esser mezzo unico di *vaporazione* (§ 2139), ma n'è però sempre cagione. I liquidi bollono a temperatura costante e speciale a ciascun di loro, purchè: 1° sieno puri, 2° soggiaciano a costante determinata pressione atmosferica, 3° la natura del recipiente non v'abbia influenza. L'acqua distillata, la piovana, o quella di neve, bolliranno sempre a

80° R., ossia 100° C. alla pressione atmosferica rispondente ai 760 millim. di mercurio nel barometro (§ 2243). Laonde alla cima d'un monte bolliranno tanto più presto che alla spiaggia del mare (1). E qual relazione avrà la pressione colla temperatura? Bollirà l'acqua a temperatura di 99° R. se la pressione sarà di millim. 760—26,7=733,3, o viceversa a 101° R. se questa monti a millim. 760+26,7=786,7: cioè a dire la differenza di millim. ± 26,7 risponde a quella ∓ 1 grado centesimale di temperatura.

A sollecitare la bollizione concorre più il vaso di metallo che quello di vetro, o di porcellana ecc.: e la forma del vaso, secondo i fisici, non influisce: tuttavolta quanto più ampia la bocca, e quindi la superficie liquida esposta all'aria, tanto più copiosa è la vaporazione.

2450. Nelle **mutazioni di stato**, ossia passaggio de' solidi in liquidi, de' liquidi in vapori, de' vapori in gas, la *sostanza materiale* assorbe, per così dire, ognor più del *calorico*. Il ghiaccio nel liquefarsi ne assorbe tanto, che un chilogramma del medesimo a temperatura di zero, mescolato con un chilogramma d'acqua a 79° C., ritiene la prima temperatura, ed hannosi due chilogrammi d'acqua liquida a zero. Scompaiono adunque 79° di *calorico*, salvo quanto ne rubi l'ambiente o il vaso in cui accada il miscuglio. Questo *calorico* assorbito dal solido nel fondersi, è detto *calorico di liquidità*, ed è in quantità diversa secondo la varia natura de' corpi (2). Notiamo infine la proprietà speciale alla piupparte di quelli composti di *sostanza organica*, cioè vegetali e animali, ne' quali l'azion del calorico non induce quel transitorio stato di liquidità vera, ma li converte parte in elementi gasosi, con residuo solido.

2451. Nel passaggio dallo stato liquido all'aeriforme, i corpi assumono pure quantità di *calorico* (§ 2159) che dicono calorico di *aeriformazione* (3). Dal che apprendesi perchè un vaso di stagno o di qualche lega facile a fondersi, benchè posto sovra braciere ardentissimo, non si fonde finchè contiene del liquido: perciocchè questo nel vaporare sottrae col vapore che si forma, il calore che vien comunicato al vaso ed al liquido rimanente. Si apprende ancora come possa rinfrescarsi l'acqua contenuta in una boccia, esponendola al Sole: basta avvolgerla esternamente con pannolino inumidito: i raggi solari lo rasciugano facendo vaporare il liquido di cui il pannolino è imbevuto, e cotesto liquido vaporando sottrae calorico alla boccia ed all'acqua che vi si contiene.

2452. Non è dunque da meravigliare se dopo il nuoto, esponendo il corpo bagnato ai raggi del Sole, si ha sensazione di freddo; e l'agricoltore avveduto dee comprendere quanto sia stolto consiglio quello de' bifolchi e pastori di esporre l'armento o il gregge bagnati, all'azione del Sole perchè s'asciughino: onde poi veggonsi gli animali intirizzire dal freddo.

---

(1) Il SAUSSURE al *Monte Bianco* trovò che l'acqua bolliva a 84° C., cioè con 16 gradi meno di calore che al piano. Quindi il WOLLASTON immaginò un termometro molto sensibile, onde si può dal grado estremo in cui l'acqua bolle in dato luogo, rilevare l'altezza del medesimo.

(2) Da sperimenti del BLACK risulta che un chilogramma di *spermaceti* (fusibile a 50° C.) assorbe il calore atto a liquefare chilog. 1,1 di ghiaccio a zero: un chilogr. di *cera* (fusibile a 64° C.), quello capace a liquefare chilogr. 1,3 dello stesso ghiaccio: il *calorico* di liquidità dello stagno (fusibile a 230°) liquefà 3,7 di ghiaccio ecc.

(3) L'acido solforoso liquido nel vaporare ridusse (nelle sperienze del MARCET) la temperatura di + 19°,44 C, a soli — 22°,22 R.

2433. La temperatura e i vegetabili. Nel V LIBRO si noterà l'azione, o influenza del calore nell'interno lavoro che operasi nelle cellole, nello sdoppiamento delle medesime, e svolgimento in altri organi elementari onde si vien formando l'edificio, come lo chiama lo UNGER (1), de' vegetali. Ne rileveremo l'azione, secondo alcuni puramente meccanica, secondo altri chimica; e indagheremo se realmente sia meno importante della luce, mentre n'appare senza calore impossibile l'*evoluzione* delle gemme, e l'ascensione del succhio (2), quantunque d'altronde risultino esagerate le deduzioni del GOUAN (3), e poco esatte quelle del DE LAHIRE (4). Vedremo similmente se quella circolazione che lo SCHULTZ chiamava *cyclose*, sia esclusivamente dovuta al calore, come l'AMICI opinava. L'*idiosincrasia* o natura propria de' vegetali si modifica, e si governa anco, per così dire, dall'influenza del calore (5) e dell'altre specie di *sostanza eterea*; ma non convien torre alla forza vitale o biotica la ragione essenziale de' fenomeni dell' organismo vivente. Quello che l'agronomo dee poi notare è l' influenza per l'ordinario dannosa prodotta ne' vegetabili dai salti improvvisi di temperatura. L'eccesso invece di questa sarebbe dai medesimi non poche volte sopportato, se non vi concordasse l'effetto del diseccamento del terreno in cui vivono.

2434. La temperatura e gli animali. L'uomo è dotato della facoltà di resistere, più che qualunque animale, agli estremi contrarii di temperatura, cioè a freddi e caldi eccessivi. Vi sono animali tuttavia, ad esempio il *Condor* (§ 2257) che reggono a sbilanci fortissimi di clima. Ma nel LIBRO VI sarà meglio apprezzata l' influenza della temperatura nell'economia animale. Ora basti notare che i danni più gravi da temersi dagli eccessi in più o in meno del calorico, dipendono dal passaggio troppo subitaneo dall'uno all'altro, e singolarmente dal difetto al soverchio di caldo. Rane esposte a tal freddo da scemare l'interna temperatura sino ad 1 grado sotto zero, benchè affatto irrigidite, rinvennero, e questa specie di loro risurrezione accadde sempre, quante volte furono poste gradualmente a contatto di acqua a mano a mano men fredda (6). L'accumulare d'un sol tratto coll'aggiunta di sensibile quantità di calorico, una considerevole forza d'*impulsione* in tessuti organici, fatti per lo freddo soverchio rigidi e inestensibili, produce quelle lesioni e lacerazioni che pel distendimento delle membrane ed altri tessuti, e loro ritorno allo stato normale riattivato col temperato e progressivo aumento di temperatura, non sarebbero avvenute.

2435. Altri **fenomeni** son pur effetto del calore, benchè non si manifestino colla vaporazione, colla bollizione o col semplice riscaldamento dell' essere

(1) UNGER. 1. Botanische Briefe. Wien. 1852.
(2) DE CANDOLLE. Phys. Veget. I, pag. 48.
(3) *Discours sur les causes du mouvement de la sève.* MONTPELLIER 1802.
(4) *Acad. des Sciences de* PARIS pour 1693.
(5) Il QUETELET ha fatto parecchie serie d'osservazioni per verificare la *legge delle temperature* rispetto all'epoca dello svolgimento de' fiori: e prima sui *Lilas*, da ultimo sulla *Ctethra alnifolia* (Acad. R. des Sc. de BRUXELLES. *Séances d'Août* 1852). E' sarebbe pur giovevole che gli scienziati facessero gli studi loro su piante d'ordinaria coltivazione.
(6) DUMERIL. *Recherches expérimentales sur la température des reptiles* ec. Compt. Rend. (31 Mai, 1852)-Tom. XXXIV, pag. 838.

organiço in cui hanno luogo. Il MUSTEL riportava al calorico anco i movimenti delle foglioline d'alcune piante speciali (1), mentre procedono da tutt'altra causa. Ma vi sono fenomeni che noi spiegheremo agevolmente secondo il supposito della proprietà inerente alla *sostanza eterea*, di formare parte integrante de' composti *materiali*, e più per avventura degli *organici*, oltre quella sola comunemente attribuitale di fissarsi ne' medesimi in un modo più o meno passeggero, di attraversarli, di modificarne le proprietà, ed anche procacciargliene o toglierne di poi delle nuove. Della quale conghiettura si potranno solo apprezzare le ragioni, dopo discorse le necessarie nozioni chimiche e fisiologiche.

[2] Leggi onde si governa il calorico.

1. Propagazione del calorico.

2436. Per **irraggiamento** si propaga il *calorico*, e n'hai prova se ti riscaldi comecchè a discreta distanza dal fuoco di legna in combustione. N'emanano calorifici raggi che l'aria riscaldano, e traversandola recansi a riscaldare i corpi circostanti. Da' quali irradiando ognor meglio, diffondesi finchè nello stato d'equilibrio si disponga, cessando la sorgente che lo alimentava.

2437. Per **contatto** si comunica similmente transitando da molecola a molecola, e da strato a strato pe' corpi atti a trasmetterlo. Una verga di metallo posta con un estremo nel fuoco, guida il calorico sin all'altro estremo, trasmettendolo a tutte le parti della propria massa, la cui temperatura in proporzione si eleva.

2438. **Propagasi il calorico** nel vuoto e un corpo caldo racchiuso in vuoto recinto, il cui inviluppo sia di temperatura più bassa della sua, tanto gliene manda finchè a pari di esso si raffredda. Conciossiachè il calorico si getta sempre, spandendosi in tutte le direzioni, dal corpo più caldo verso i men caldi, e quand' è in questo movimento il chiamano calorico *raggiante*. Nel quale stato traversa l'aria, ad esempio, senza elevarne sensibilmente la temperatura. Perciò la Terra si riscalda pe' raggi del Sole quantunque essi abbiano traversata tutta l'atmosfera, e questa si riscaldi assai meno, in ispecie nelle più alte regioni ove conservasi a temperatura del ghiaccio. Quindi la temperatura dell'aria è presso a terra dovuta al calorico che riceve dal suolo, in cui s'accumulava quello recato dai raggi solari. Come la luce, il calorico non solo propagasi in linea retta, ma non è deviato dalla sua direzione ancorchè l'aria per cui passa, sia agitata. La sua *velocità di trasmissione* è poi enorme quanto quella del fluido luminoso, a modo che il MELLONI (2) la ritiene istantanea per le distanze cui possono aggiugnere le sorgenti artificiali di calorico. Oltrecchè propagasi esso *dirittamente*, *immediatamente* ed *istantaneamente* come la luce, com'essa diffondesi pure a sfera, cioè l'*intensione sua decresce in ragione del quadrato delle distanze* (§ 2329)· lo che in pratica non può accertarsi che con sottili investigazioni dal lodato celebre fisico sperimentale.

---

(1) MUSTEL. *Traité sur la végét.* I, pag. 105.
(2) MELLONI. *La termocrosi o la colorazione calorifica.* NAPOLI 1850, pag. 120.

2439. L'**intensione** del calore subisce adunque le leggi di quella della luce in quanto che risulta in ragione inversa del quadrato delle distanze. Ponetevi dinanzi al fuoco a distanze come **1**, **2**, **3** ecc. e vi riscalderete proporzionalmente ai numeri **1**, **1**|**4**, **1**|**9** ecc. I suoi effetti però variano secondo la natura dei corpi, perchè non sono eglino egualmente penetrabili dal calorico per tre ragioni: per loro intrinseca minor facoltà o *potere assorbente*: per lo stato più o meno liscio delle loro superficie; ed inoltre pel colore delle medesime. I corpi ruvidi, rugosi, assorbono più facilmente il calore, e i più lisci meglio il riflettono: se di colore oscuro o nero, hanno potere *assorbente* assai maggiore dei bianchi, e il *nerofumo* è la materia colorante forse migliore di tutte per *assorbire* il calore. Stendendo sulla neve una coperta di colore assai cupo, ed un'altra bianca, poco o nulla si scioglierà la neve sotto quest'ultima, mentre si fonderà sensibilmente sotto l'altra. Quindi la pratica in alcune Alpi di spargere sulla neve terre, o ceneri, nere per affrettarne lo scioglimento, onde coltivare i loro campicelli, o scoprire alcun po' di pascolo al gregge.

2440. Il **calorico raggiante** secondo l'accennata appellazione dei fisici, passa attraverso certi corpi come la luce a traverso i corpi diafani. Quindi hannovi raggi *calorifici*, come v'hanno i *luminosi*, e il calor del Sole appunto propagasi per raggi di calore che passando pel vuoto, per gli spazi atmosferici non ponno giugnere a noi senza traversar anco l'aria. Facoltà d'irradiare il calorico non esclusivo privilegio del Sole: chè tutta la *sostanza materiale* e *l'organica* l'hanno similmente; tanto una palla ch'esca dal ghiaccio, come quella ch'esca dal fuoco. Ciò dee intendersi con diversa misura, ma è un fatto fisico che gioverà in appresso a spiegarne altri, chimici e fisiologici.

Non si parrebbe tuttavolta in tale fenomeno analogia colla luce, perciocchè la fiamma d'una lucerna lancia raggi di luce anche debole, fioca, ma finisce coll'estinguersi, in mentrechè, riguardo al calorico, com'esprime il POUILLET, i corpi giammai s'estinguono (1). Lo che vuolsi intendere rispetto ai mezzi che noi possediamo, di apprezzare cioè coi termometri differenziali, anche le minime quantità d'emissione pel calorico, laddove ci mancano per la luce (§ 2316).

2441. La **irradiazione** offre un singolar fenomeno. Sovra suolo coperto di neve, in giorno sereno, sospendete orizzontalmente con qualche filo un'assicella sottile di legno, dipinta di nero. Lasciandola esposta al Sole alcune ore, finirà per riscaldarsi, ed allora la neve all'ombra dell'assicella, si scioglierà meglio di quella direttamente colpita dal Sole: perchè la neve assorbe più facilmente l'*irradiazione* colorifica oscura tramandatagli dall'assicella, che l'*irradiazione* luminosa. Onde poi spiegasi perchè la neve più presto sciolgasi sotto l'ombra degli alberi che allo scoperto.

I muri delle spalliere deono essere tinti in nero; perchè riparano nel giorno le piante dal calore eccessivo, mercè quello ch'essi assorbono, e rimettono poi nella notte.

La sperienza del SAUSSURE, di Sir JOHN HERSCHELL e di tutti i giardinieri moderni, di coprire piante nel terreno con campane di vetro, aumenta alla pre-

---

(1) POUILLET. Fisica popolare, loc. cit., pag. 217.

senza del Sole la temperatura di quel terreno a grado assai superiore del terreno esterno: ciò dimostra che i raggi solari introdotti ed accumulati sotto la campana, non possono più traversarla per sortirne, quando son divenuti *irraggiamenti* terrestri.

Il così detto ***bollimento de' terreni*** nelle risaie, nelle paludi, avviene perchè lo strato d'acqua esercita la mentovata azione delle campane di vetro, d'inceppare il calorico irraggiato dal suolo.

2442. Lo **irraggiamento terrestre** non dee porger fondamento al dubbio se la temperatura media della Terra si sia alterata. La scoperta della relazione esistente tra la lunghezza del giorno, e il calore del globo, ne assicura della costante temperatura di questo. La velocità di rotazione della Terra, onde la durata del giorno, dipende dal suo volume; il quale se si raffreddasse in forza dell'irraggiamento dovrebbe diminuire, mentre aumenterebbe in caso contrario. Dunque ogni alterazione di temperatura produrrebbe alterazione di volume, quindi di velocità nella rotazione, e in conseguenza di lunghezza nel giorno. Ora è dimostrato che da IPPARCO in poi, cioè da due mille anni, questa lunghezza non ha certamente diminuito la centesima parte di un minuto secondo. Dunque si può affermare che nel periodo di 20 secoli la temperatura terrestre non ha variato di una ducentosettantesima parte di grado (1). Questa osservazione dee por fine a tante volgari asserzioni di certi campaiuoli che pretendono cambiate le condizioni cosmologiche della Terra.

2443. **Calorico riflesso** (2). Collocansi di fronte, distanti l'un dall'altro 4 a 5 metri, due specchi di rame, e colla fiamma d'una candela se ne esplorano i *fuochi coniugati* (§ 2342) ad esempio *a* e *b* fig. 642. Pongasi in uno dell'esca e nell'altro una mestola traforata di ferro con carboni accesi; e l'esca si accende. Sostituisci ai carboni accesi in *a* una palla riscaldata, ed in *b* un termometro e questo vedrai montare rapidissimo; la palla non era lucente, ma irraggiò il calore, riflettendo questi da specchio a specchio come avrebbe fatto la luce d'una fiaccola posta nello stesso luogo. Il che ancora dimostra l'attitudine ne'corp di rifletter il calorico come rifletton la luce. ARCHIMEDE, ammesso che incendiasse la flotta romana cogli specchi metallici, avrebbe il primo conosciuto la riflessione del calorico luminoso.

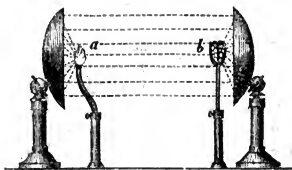



Fig. 642.

2444. **Calorico di fluidità** chiamano quella quantità di calorico *libero* che rendesi *latente*, ossia combinasi col corpo solido finchè giunga a liquefarlo. Per isciogliere un chilogrammo di ghiaccio, ti occorrà un chilogrammo d'acqua calda a 79 gradi ed allora tutti e due i chilogrammi del miscuglio rimarranno a

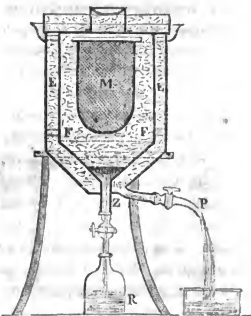
(1) HUMBOLDT. *Cosmos.* MILAN 1846. Prem. Part., pag. 142 e 366 (40).
(2) Le prime sperienze sulla riflessione del calorico *oscuro* deonsi agli ACCADEMICI DEL CIMENTO. *Saggi di naturali sperienze*, pag. 114.

zero gradi: dunque il calorico di *fluidità* del ghiaccio è 79 gradi. Al § 2430 s'è perciò detto calorico di *liquidità*.

2445. **Calorico di elasticità** è quello invece necessario al liquido per tramutare il suo stato in aeriforme. Per farne stima, come s'è veduto per quello di *fluidità*, conducesi il vapore ad esempio dell'acqua bollente in una massa d'acqua fredda, perchè acqua esso pur ridivenga: lo che ottenuto, si osserverà qual grado di temperatura abbia l'acqua guadagnato, ed è la misura del calorico di *elasticità* che avea il vapore. Al § 2431 s'è perciò detto calorico di *aeriformazione*.

2446. L'**unità** di misura del calorico *latente* de' solidi e de' fluidi, è la quantità di calore necessario per elevare d'un grado centesimale la temperatura d'una massa d'acqua, eguale in peso a quella di essi corpi. Ad esempio, dicesi di 550 gradi il calor *latente* del vapor d'acqua: ciò significa che un chilogrammo di vapore racchiude il calorico atto ad elevare un chilogrammo d'acqua a temperatura di 550° (1). Del pari s'intenderà quando sarà detto il *calorico latente* del vapore d'*alcool* essere 207,7; dell'*etere solforico* 96,8; dell'*essenza di terebentina* 76,8 ecc.

2447. Il **calorimetro** è strumento composto di tre *capacità* concentriche, due di latta o di altro metallo, l'altra interna M (fig. 645) di rete di filo di ferro con coperchio cavo il cui fondo è da piccoli fori pertugiato. L'esterna E E ha il coperchio con fondo bucherato presso il perimetro. Nelle cavità E E ed FF riponesi ghiaccio a 0°. Nella M per l'apertura superiore introducesi il corpo il cui calore specifico vuolsi esplorare: il qual corpo dee avere temperatura assai superiore al ghiaccio, o gli si procaccia coll'acqua bollente o con altro mezzo. Nel raffreddarsi quel corpo discioglie il ghiaccio del vaso F F, e quello che sarà stato riposto nel coperchio del vaso interno M; l'acqua che ne proviene stillerà pel condotto Z nel recipiente R. Il ghiaccio esterno in E E, sciogliendosi, scola per l'altro cannello P, e l'ufficio suo era soltanto d'impedire esteriori influenze sul disgelo del ghiaccio contenuto in F F; disgelo perciò dovuto interamente al calorico perduto dal corpo ch'è situato entro M, e vi si lascia finchè cessa sgorgo d'acqua per Z. Il peso dell'acqua raccolta nel vaso R, risponde al peso del ghiaccio fuso, ed offre il calcolo del calorico perduto dal corpo esplorato (2). Ma le son molte le cautele indispensabili in questi cimenti: si vedrà

Fig. 643.

(1) Questo è il grado rinvenuto dal GAY-LUSSAC mediante sperienze confermate da altre del CLÉMENT e del DESORMES. Il DESPRETZ lo trovò di 531°, il RUMFORT di 537; il SOUTHERN di 530; il WATT di 527; il DULONG di 543.

(2) Il calcolo dee constare dal peso del ghiaccio fuso diviso per quello del corpo cimentato, dividendo il quoziente pel numero di gradi di calore da esso perduto. Quest'

nondimeno come in alcuni casi possa analogo ingegno utilmente servire ad uopo d'arti e industrie rurali.

2. Trasmissione pe' corpi.

2448. La **sostanza eterea** nello stato di *calorico* è di continuo presente ne' corpi in maggiore o minore quantità. Si rende adequata ragione de' fenomeni del calorico, dicea il PRONY, considerandolo come un essere materiale, eminentemente fluido ed elastico; nel quale tutti i corpi della natura sono immersi; che riempie l'intervallo esistente tra le molecole di essi corpi; si fissa qualche volta in modo da costituire loro parti solide; ha con essi affinità maggiori o minori, dalle quali risultano combinazioni, composizioni e sviluppamenti di natura analoga a quella d'altri simiglianti fenomeni chimici (1). Dopo considerato il calorico in genere ne' suoi modi di propagazione, importa rifermare che i corpi modificano la sua trasmissione tra loro, onde hanno diversa efficacia per tenerlo di certa guisa racchiuso in altri, cioè per impedire che di *latente* si faccia *libero*.

2449. Il sommo e infelicissimo LAVOISIER opinava che anco ne' corpi solidi le loro molecole non si tocchino, ma nuotino nel calorico a certa distanza tra loro. Tanto più poi ne' liquidi: onde quando il calorico dee ridurre un liquido allo stato aeriforme, ha soltanto da superare la pressione dell'aria atmosferica. Colla sola di lei sottrazione mercè la macchina pneumatica, il LAVOISIER fece volatizzar l'etere (2) e già s'è detto addietro quale sia l'effetto della pressione atmosferica sulla mutazione di stato de' corpi (3), onde il calorico di *fluidità* e d'*elasticità* (§ 2442, e 2443) vengono più o meno impediti nel loro svolgimento.

Perchè un corpo nel passare da uno stato più denso ad uno più rado genera freddo, e passando invece dallo stato più rado al più denso genera caldo? Perchè un sorbetto nel disfarsi produce del freddo, e l'acqua nel ghiacciarsi fa sentire del caldo? Nel primo caso il calorico *libero* diviene *latente* o combinato, cioè il sorbetto sottrae del calore dal luogo ambiente: nel secondo caso è calorico che l'ambiente sottrae all'acqua onde in ghiaccio convertesi, e questo calorico scioltosi dall'acqua rimane *libero*, cioè sensibile o come dicono *termometrico*. Ma se cotali corpi, invece che circondati d'aria, sieno chiusi in altri corpi, gli effetti enunciati subiranno modificazioni dipendenti dalla natura di questi corpi medesimi.

---

ultimo quoziente si moltiplica per 79°, onde avere la quantità di ghiaccio che si sarebbe fuso, qualora la temperatura fosse discesa da 79° allo zero: e dal rapporto di questa quantità ad una unità di peso d'acqua si desume il rapporto del calorico specifico del corpo esaminato, al calorico specifico dell'acqua.

(1) PRONY. *Nouv. Archit. Hydr.* PARIS 1790. Partie I, pag. 550.

(2) L'AVOGADRO ha esposto la vera formola generale onde conoscere la pressione occorrevole per ridurre qualunque gas a liquidità, e rilevare la quantità del suo condensamento (Mem. dell'Accad. delle Scienze di TORINO. 2ª Serie. Tomo XIII). Cito questa Memoria perchè vi si conferma che anche la legge di MARIOTTE, legge pregevole per la sua semplicità, comecchè seguita dai Fisici, non può rappresentare la vera legge della Natura a tutte le temperature e pressioni.

(3) LAVOISIER. *Chimie.* Tome I, pag. 9.

Da molto tempo si è esternato da sommi ingegni il dubbio che il calorico e la luce fossero una cosa sola (1). Oltre i vari elementi d'analogia che manifesta il loro modo di propagarsi, altri ora ne offrirà quello del passaggio più intimo per la sostanza *materiale*, od *organica*.

2450. La **trasmissione** del calorico pe' corpi sia pur veramente un modo di *propagazione*; tuttavolta richiede speciale investigazione, perciocchè vuolsi riguardare alle proprietà ch'hanno di certa guisa la *sostanza materiale* e l'*organica* rispetto alla *sostanza eterea* in istato di calorico. Non potranno mai comprendersi a capello i principii della scienza Agrologica, quando non si conoscono i rapporti principali de' corpi organici ed inorganici coll'imponderabile, senza del quale non avvengono i fenomeni fisici, chimici e fisiologici ch'essi presentano. Il terreno ad esempio è riscaldato dal Sole, ma quant'è il calorico ch'esso rattiene? quant' è quello che tramanda agli strati inferiori? quant' è quello che irraggiando restituisce? Tutti problemi al IV LIBRO da investigare: ma dianzi occorre comprendere le attenenze de' corpi col calorico medesimo; come il trasmettano, come il contengano ecc., rifermando prima alcuna idea pratica intorno alla trasmissione del calorico che i corpi s' avvicendano nei cambiamenti di stato.

2451. Il volgo sa egregiamente che in alcuni giorni d'inverno, com'e' dice, non può nevicare pel troppo freddo. Il fatto è che nevicando il freddo si mitiga; perchè l'acqua in vapore, nell'atmosfera si riconsolida in neve, ed in questa mutazione di stato sviluppa ossia rimette del calorico, onde manteneasi in quello di vapore. Mutamenti di stato che sviluppano quel calorico di cui valgonsi l'arti e l'industrie: ad esempio (come si chiarirà nel XXX LIBRO) condotto il vapore entro l'acqua vi si condensa, comunicando il calore che rimette in quel condensamento, all'acqua stessa (§ 2445); maniera di riscaldamento adoperata per le caldaiuole delle *filande a vapore*, e di economica applicazione nel preparare certe qualità d'alimenti al bestiame, come dal RIDOLFI vidi apparecchiarsi nello Istituto PISANO, onde ricavare il miglior partito dai tuberi e radici da foraggio. Il calorico, che un dato peso di vapore acqueo può cedere a un dato volume d'aria, rilevasi rammentando che sotto pari volume la *capacità calorifica* dell'acqua è 2882 volte maggiore di quella dell'aria (§ 2457). Un chilogrammo di vapore nel liquefare eleva da zero a 100° C., decimetri cubici 15851 d'aria: ossia può riscaldarne sino a 10 gradi, 158 metri cubici. Certo vuolsi tener conto delle molte cause di dispersione, ed occorrono molti accorgimenti nella costruzione dei fornelli, caldaie e tubi circolatori; ma gli è ben dimostrato quanto meriti l'attenzione questo mezzo di riscaldamento, non solo per l'uso addietro accennato (§ 2418, fig. 640), ma per molte altre applicazioni nella rurale economia.

Nè meno importante è conoscere come un corpo trasfonda entro se mede-

---

(1) *On n'oserait pas encore assurer positivement que des découvertes postérieures ne nous apprennent que la lumière et le calorique sont la même chose, et ne nous fassent connaître en quoi consiste la différence apparente de leurs effets.* PRONY. N. Arch. Hydr. PARIS 1790. P. I, pag. 550.

simo e conduca da un estremo all'altro il calorico, e se gli presti più o meno compiuto trapasso.

2452. **Buoni o cattivi conduttori** chiamansi i corpi secondo che trasmettono più o meno rapidamente il calorico da un'estremità all'altra.

Ne' *liquidi*, la trasmissione è lenta da molecola a molecola. Ma come avvien egli che una massa liquida prontamente si dispone alla stessa temperatura? unicamente per la ragione dichiarata al § 2417.

Ne' *gas* la trasmissione del calorico avviene similmente.

Un pezzo di vetro, di cui si scaldi un estremo sino a fondersi, può tenersi per l'altro colle mani impunemente: lo stesso avviene d'un tizzone, o d'un pezzo di carbone, sol da un estremo incandescenti. Ecco adunque de' corpi cattivi *conduttori* o con diverso nome *coibenti*; mentre molti altri, in ispecie i metalli, si prestano alla pronta diffusione del calore, non solo per la loro superficie ma internamente, e si chiamano *buoni conduttori* o *deferenti*.

2453. La **conducibilità**, che men male direbbesi *conducevolezza*, delle varie *sostanze materiali*, dee conoscersi dall'agronomo per molte applicazioni occorrevoli in seguito. Ammettendo i risultamenti del DESPRETZ, supposta quella dell'oro eguale a mille, s'avrebbero

Oro . . .	1000,—	**Stagno** . .	303,9
Platino . .	981,—	**Piombo** . .	179,6
Argento .	973,—	**Marmo** . .	23,6
Rame . .	898,2	**Porcellana** .	12,2
Ferro . .	374,3	**Terra** (da mattoni	
Zinco . .	363,—	e da fornelli) .	11,4

Tra le *sostanze organiche*, il legno ad esempio è si *cattivo conduttore*, che il DESPRETZ non potè farne calcolo, perchè volendolo paragonare con metalli, giunse ad abbruciarne una estremità, senza riscaldarlo sensibilmente a pochi centimetri di distanza. Trovarono però il DE LA RIVE e il DE CANDOLLE che il legno secco spiega maggior facoltà conduttrice pel lungo delle fibre che per traverso: il *lazzeruolo*, miglior conduttore del *noce*; questo, meno imperfetto *conduttore* della *quercia*; questa meno dell'*abete*: indi viene il *pioppo* e infine il *sovero*, peggiore di tutti (1). Si annoverano pure fra i peggiori conduttori, le *ceneri* (2), il *carbone* specialmente in polvere, la *lana*, la *seta*, il *cotone*, le *piume*, i *grassi*, le *carni* e in generale i corpi porosi e finamente divisi, e tutte le *sostanze organiche*. Quindi l'uso degli abiti di lana nell'inverno perchè come cattivi conduttori non lasciano fuggire il calore animale; e ne' paesi freddi l'abbondante pelo ne' mammiferi. La facoltà di ritenere il calore sarebbe in cotali materie nell'ordine seguente cominciando dalle meno *coibenti*: *lino*, *cotone*, *lana*, *seta*, *pelo di castoro*, *piuma*, *pelo di coniglio*. Noti l'agronomo:

1° Il doppio effetto della cattiva *conducibilità* de' corpi: quindi gl'inviluppi di paglia difendono i teneri arboscelli e le piante esotiche, tanto dal freddo ec-

---

(1) Bibl. Univ. di GÉNÈVE. Tom. XXXIX, pag. 206.

(2) Le ceneri sono così cattivi conduttori che spiegano il prodigio de' ceretani di portar carboni accesi nelle mani, solo che vi si distenda prima uno strato di cenere.

cessivo, che dal calore de' raggi solari; pavimenti, pareti, tetti, di legno riparano meglio gli ambienti dal freddo dell'inverno, e, a parità di grossezza, dall'azione dell'alta temperatura nella state.

2° Un opposito effetto si verifica in pratica, perciocchè ad esempio l'acqua più presto riscaldasi nella pentola di ferro che in quella di terra, ma più presto anche raffreddasi. Se le pareti e le tettoie di legno riparano meglio dal caldo, quando poi giungono a riscaldarsi lo conservano assai più a lungo de' mattoni e delle tegole. Onde consegue che il mastello di legno è più atto a mantener calda l'acqua in inverno, e fresca in estate che non quello di ferro, ma durante la notte d'estate l'acqua si conserverà più calda cioè colla temperatura che avea nel giorno se sia nel mastello di legno che nel secchio di ferro. Per converso la stufa di ferro o di ghisa riscalderà più presto la serra, ma quella di terra cotta si raffredderà molto meno prontamente.

2454. La poca *conducibilità* è la causa che il *grasso* struggesi nella porzione vicina alla sorgente calorifica, conservandosi intatto nel rimanente; e il *ghiaccio* fondesi a strati. Parlando poi dell'aria si chiariranno nel I Libro gli effetti della sua scarsa conducibilità: ora basti avvertire, che se ad esempio una serra si ripari con doppia invetriata, la conservazione del calore dell'ambiente non è tanto dovuta ai due strati di vetri, quanto a quello d'aria interposto ai medesimi.

Quando si dice adunque un corpo è cattivo *conduttore* del calorico, vuol dire ch'è ottimo *ritenitore* del medesimo: guai alle piante ed agli animali se fossero buoni conduttori, nelle vicende climatologiche si caricherebbero di calore o ne perderebbero il proprio in modo da rimetter della loro esistenza. La proprietà de' corpi di esser *a pari condizioni dotati di tanto maggior potere assorbente quanto è minore la loro conducibilità*, posta dal Nobili (1), è dimostrata dal fatto: ad esempio stanno in quest'ordine di *facoltà assorbente: seta, lana, cotone, lino e canapa*, ch'è l'inverso di quello dianzi rilevato della loro conducibilità. Lo stesso avviene degli inorganici: ad esempio *rame, argento, oro, acciaio, ferro, stagno e piombo.*

2455. La **capacità** de' corpi pel calorico è diversa dalla enunciata *conducibilità*. Fate struggere un metallo, o vaporizzare un liquido, durante questo mutamento di stato, per quanto s'accresca il fuoco, la temperatura loro si conserva eguale (§ 2426-27): chè il calorico introdotto in que' corpi è tutto impiegato a modificarne lo stato; e questo calorico che si combina e non risulta percettibile, è quel che si disse *latente* o *combinato*. Il quale ridivien poi libero se il liquido ritorni solido, o il gas a liquidità. Riscaldando alcun corpo con vapore, il riscaldamento è dovuto al calorico abbandonato dal gaz nell'atto che passa allo stato liquido. Per apprezzare praticamente il *calorico specifico* d'un corpo, cioè la quantità di calorico necessaria perch'esso subisca un dato cambiamento di temperatura, si meschia il corpo caldo col freddo: quello si raffredda e questo si riscalda in guisa che il calore perduto dal primo s'impiega nell'elevar la temperatura dell'altro. Così per conoscere il calore specifico di vari liquidi si com-

---

(1) Nobili. Memorie ed osservazioni. Firenze 1834. Tom. I, pag. 195.

mischiano sotto eguali quantità e temperature con del ghiaccio: il liquido che più ne fonde è quello dotato di maggior calorico specifico.

2456. **Equilibrio stabile** non può aver luogo nella *sostanza eterea* perchè dotata d'*impulsione*, vale a dire contiene in sè una incessante causa o sorgente di moto. Riscaldando a 100° C. uniformemente all'esterno una sfera vuota, se vi si sospenda nel centro un termometro, questo ascende a 100° C. come le pareti della sfera, ancorchè in questa si facesse il voto pneumatico. Le pareti irraggiano il calorico sul termometro, ma questo elevatosi ad egual temperatura rimbalza ossia irraggia esso pure l'eccesso lanciatogli dalle pareti, e regna quindi un *equilibrio*, che perciò chiamano mobile. In una camera, tutte le masserizie si scambiano calorico che irraggiano l'una verso l'altra a vicenda: se alcuna di esse si riscalda riceve più calorico che non ne rimbalza, e per lo contrario quella più calda che trovasi nella camera più fredda, perde ed irraggia più calorico che non riceve.

Questo modo di vedere una specie di facoltà nella materia inerte di lanciare o ricevere calorico, quantunque generalmente adottato dai fisici, è da comprendere d'altra guisa, cioè riconoscere nella *sostanza materiale* un' attitudine passiva, di permettere più o meno liberamente alla *sostanza eterea* di eseguire i fenomeni originati dalla insita sua forza d'*impulsione*. Dissi più o meno: infatti per riscaldare una massa di mercurio, denso 14 volte circa più dell'acqua, non si richiede già 14 volte altrettanto calorico quanto ne occorrebbe per riscaldar similmente egual volume d'acqua: per l'opposito richiedesi maggior calorico per l'acqua che pel mercurio, onde elevarli ad egual grado di temperatura.

2457. Il **calore specifico** d'un corpo non è costante a qualunque temperatura, e solo tale si conserva sin che questa è di pochi gradi (1). Tra tutti poi, compresi i gas, sotto condizione d'egual volume, l'acqua possiede il maggior calore specifico. Essa è capace di 2882 volte più calorico dell'aria (2); e notisi ancora, che, una volta riscaldata, impiega per raffreddarsi ad egual grado un tempo 2882 volte maggiore di quello che impiegherebbe l'aria. Quindi il vantaggio degli *scaldatoi* ad acqua, consistenti in cassette metalliche piene d'acqua elevata a una data temperatura: per applicare il calore a qualche corpo essi servono assai più de' pannolini riscaldati, la cui capacità è piccolissima in confronto di quella dell'acqua, onde prestissimo lo perdono e si raffreddano.

Tra le più belle osservazioni, le quali confermano le idee esposte intorno alla essenza de' così detti imponderabili, e di cui spero valermi in appresso, non potendo di presente che farne cenno, voglionsi riporre quelle del Dulong e del Petit, rifermate di poi dal Regnault, e non ha guari estese dal Garnier (3) per le quali si dimostra che i calori specifici de' corpi semplici (e il

(1) Il *calorico specifico* intendesi in questo luogo nel significato attribuitogli al § 2436. Pe' fluidi elastici, o aeriformi può dirsi tale la quantità di calore che occorre comunicare ad un gas per elevare la sua temperatura da 0° a 1°, lasciando che liberamente si dilati: ed allora è calorico specifico sotto pressione costante. Se invece si obbliga il gas a conservare lo stesso volume, quel calorico dicesi pure *specifico*, ma *sotto volume costante*.

(2) Majocchi. Elem. cit. Tom. II, pag. 449.

(3) *Recherches sur les rapports entre le poids atomique moyen des corps simples et leur chaleur spécifique.* Lettre de M. Garnier à M. Arago. Compt. Rend. Tom. XXXV, pag. 278 ecc.

GARNIER lo dimostra anche per de' composti) stanno in ragione inversa del peso de' loro atomi: in altri termini gli atomi de' corpi semplici hanno la stessa capacità pel calorico.

2458. La **capacità** calorifica de' corpi può l'ingegno dell'uomo, almeno temporaneamente, aumentarla. Infatti i liquidi non si riscaldano oltre il grado che ne promuove la bollizione (§ 2429). Il qual grado non è sorpassato, perchè il calore eccedente si trasmette al vapore che a mano a mano si genera. Per iscaldar l'acqua oltre quel grado, è perciò necessario impedirne l'ebollizione colla pressione, e questo effetto s'ottiene colla *pentola papiniana*. La quale è di metallo a pareti capaci di grande resistenza, chiusa gagliardamente con coperchio, pure di metallo, assicurato con traverse e viti in modo da togliere ogni fuggita al vapore. La vite V fig. 644 ritiene il coperchio, il quale porta il grilletto o chiavetta, o vuoi *robinetto* R, ed una valvola S di sicurezza, premuta da una leva L che si regola avvicinando o scostando il peso P. Riempiuta a tre quarti d'acqua con entro la carne, il riscaldamento perviene a 150 e 200 gradi senza sviluppo di bollizione: perchè il vapore che si genera, s'accumula e si condensa nel quarto di capacità rimanente, con tensione sì forte da impedire lo sviluppo d'altro vapore. Con questa pentola la carne cuocesi e il brodo è fatto in pochi minuti. Se con tanta economia di tempo e di combustibile, dal 1688 a quest'oggi non entrò ancora cotesta invenzione ne' domestici usi, non è maravigliévole pel timore dello scoppio che può produrre, ove la leva L prema sì forte, da indurre nel vapore una tensione pericolosa.

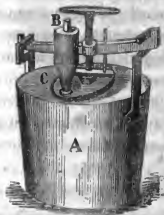
Fig. 644.

Ma posciacchè la costruzione de' recipienti ed altri ingegni a vapore, e il governo de' medesimi, sono oggimai sì diffusi, e migliorati, non s'avrà per istrano se in parecchie circostanze dovrò proporne, e commendarne l'applicazione, estesa a quella dell'*autoclave*. Il quale è la stessa pentola, che si chiude di per sè tanto meglio, quanto è maggiore la pressione, la mercè di un coperchio elittico C fig. 645 posto al di dentro invece che all'infuori, ma che dee fornirsi esso pure della sua valvola di sicurezza, per intrasgredibile circospezione. Dalla pentola farò passo poco stante ad applicazione più meravigliosa.

Fig. 645.

3. Raffreddamento.

2459. L'**evaporazione** lenta, e talora insensibile, cui soggiace incessantemente ogni fatta di liquidi, sarà tenuta in conto nel II LIBRO per le induzioni climatologiche. Il DE LA RIVE giunse ad attribuire la formazione de' grandi ghiacciai sulla superficie de' terreni d'Europa, alla evaporazione dell'acqua che

li ricopriva. Sul qual proposito l'agronomo dee trar frutto da parecchie osservazioni del MARCET (1), e principali sono:

1° i liquidi, come l'acqua, l'alcool, esposti all'aria in vasi aperti sono sempre più freddi dell'aria ambiente. Se questa sia a temperatura tra 45 e 50 gradi, l'acqua è 5, o 6 gradi meno; se quella è tra i 20 e 25, la differenza è di gradi 1 1/4 ad 1 1/2: tra i 5 gradi e zero si limita a pochi decimi di grado. Dunque quando è alta la temperatura, la differenza è di un ottavo, o di un nono: a gradi temperati è solo di un quindicesimo ecc.

2° l'evaporazione è maggiore ne' vasi di porcellana verniciati che in quelli di vetro o di metallo: oltracciò la qualità del vaso modifica la temperatura del liquido contenutovi.

3° la profondità del liquido sembra entro certo limiti accelerare l'evaporazione.

4° l'acqua in cui sia mista sabbia, è alcun poco più fredda dell'acqua pura ad eguali circostanze e condizioni di quantità, di temperatura, di recipienti ecc.

5° l'acqua in cui sia sabbia silicea, evapora più rapidamente dell'acqua limpida.

Questi fatti, non che la produzione di freddo, ossia sottrazione di calorico che l'acqua promuove ne' terreni umidi, sarà subbietto di riflessi notevoli nelle successive norme di pratica agricoltura, che appunto saranno dirette e condotte con successo, quando i presenti studii sien compresi a dovere.

2460. **Raffreddamento.** Disponendo due specchi concavi come nella fig. 642, se invece dell'esca vi si collochi il bulbo del termometro, e nell'altro *fuoco* (invece de' carboni) un bel pezzo di ghiaccio, il termometro discende non pochi gradi. Perciò dicevano; il *freddo* è proprio esso pure una sostanza capace d'essere ripercossa dallo specchio concavo che la rimbalza sul termometro. Invece tutto l'effetto è dovuto alla differenza di temperatura ch'è fra il termometro ed il ghiaccio. L'uno e l'altro irradiano calorico e scambiandoselo a vicenda, il termometro perde, mentre il ghiaccio guadagna e il dimostrerebbe se non si liquefacesse: in altri termini il giuoco continua finchè il calorico non è eguale da una parte e dall'altra. Il *raffreddamento* non è adunque che sottrazione di calorico. Siccome poi questa sottrazione si fa più sollecita, a pari condizioni, quanto è maggiore l'eccesso di temperatura del corpo che si raffredda, su quello cui rimette il calorico, giova conoscere se cotale *velocità di raffreddamento* segua una legge di proporzione. Il DULONG e PETIT esponendo all'aria libera il termometro centesimale istituirono varie sperienze, e se ne trae il risultato seguente:

ECCESSI DI TEMPERATURA sull'aria	VELOCITA' osservata	VELOCITA' calcolata	Termini di PROPORZIONE
100° C.	18,92	18,92	5
80	14,00	15,13	4
60	9,58	11,35	3
40.	5,93	7,57	2
20	2,75	3,78	1

(1) MARCET. *Sur l'évaporation des liquides*. Lettre à M. ARAGO. Compt. Rend Tom. XXXVI, pag. 359.

i quali termini proporzionali si adottano per la pratica, seguitando l'esempio del TREDGOLD (1). Supponete però che la vostra stufa o aranciera (astrazion fatta dall'altre circostanze) per alcun vetro rotto comunichi coll'aria esterna: se l'interna temperatura sia 15 gradi, e quella dell'aria a—5, cioè vi sia uno sbilancio di 20 gradi, non vuol già significare che la stufa debba raffreddarsi nella metà di tempo in cui perverrebbe alla temperatura — 5 se la differenza fosse stata solo di 10 gradi: perchè nel mentre che lo sbilancio diminuisce, proporzionalmente scema eziandio la velocità di raffreddamento.

2461. **L'artificiale raffreddamento** è assai più difficile ad ottenere del riscaldamento, e nelle rurali faccende non di rado n'accade alcuna emergenza. Abbiasi un peso g di ghiaccio, e voglia mescersi con un peso a di acqua la cui temperatura sia t. Fatto il miscuglio, quale ne sarà la temperatura T? Siccome una unità in peso di ghiaccio assorbe 79° C. di calore d'eguale unità di acqua (§ 2444) potremo esprimere di questa guisa,

per $-79g$ il calorico del ghiaccio; per $+at$ il calorico dell'acqua.

Il calorico dopo la mescolanza dee rimanere eguale: quindi avremo

$$a-79g = \text{ossia } (g+a)T.$$

Con questa formola sciolgonsi i problemi diversi, ad esempio: 1° quanto *ghiaccio a zero bisogna mischiare con tanti chilogrammi d'acqua di data temperatura, per avere il liquido a zero?* 2° per converso *quant'acqua di data temperatura è necessaria per fondere tanti chilogrammi di ghiaccio?* 3° *meschiando tanti chilogrammi d'acqua di nota temperatura a tanti di ghiaccio, qual temperatura avrà il liquido risultante?* ed altri simili che colla esposta formola agevolmente scioglierannosi ricorrendone speciali applicazioni.

2462. **L'agghiacciamento** fu soggetto di molti studi anche per gli ACCADEMICI DEL CIMENTO (2) che descrissero i mirabili accidenti degli agghiacciamenti artificiali, in ispecie per isperimentare l'ultima rarefazione de' liquidi fortemente agghiacciati. Di recente il GORINI « cadendogli sott'occhio un secchio pieno « d'acqua gelata, osservò con sorpresa che la superficie libera del ghiaccio non « era piana da per tutto, ma in alcuni luoghi mostravasi sporgente in virtù di « considerevoli gibbosità ». Da questa osservazione gli nacque il pensiero che *le catene di monti avessero potuto sorgere dall'antico liquido terrestre come quelle gibbosità dall'acqua di quel secchio* (3), e ne dedusse il fondamento di un nuovo sistema geologico. L'aggelazione può certamente in molti casi accadere di certa guisa tumultuosamente, e presentare superficie non piana ed orizzontale come veggiamola negli stagni ed altri recipienti d'acque tranquille. Ma ne' pochi cenni geologici da esporre nel XI CAPITOLO rileveremo quale sia il valore che compete alle speculazioni del citato autore. Riformiamo intanto che l'agghiacciamento dell'acqua con leggero movimento si favorisce, e solo si può conser-

(1) TREDGOLD. Principes de l'art de chauffer et d'aerer les édifices publics. PARIS 1825, pag. 73 ecc.
(2) *Saggi di naturali sperienze.* FIRENZE 1667, pag. 147, 154 ecc.
(3) GORINI. *Sull'Origine delle Montagne e de' Vulcani.* LODI 1851, pag. 19 e 20.

vare l'acqua nello stato liquido anco a temperatura di 12 gradi sotto quella del punto di congelazione, rendendola perfettamente immobile, sottraendola eziandio al contatto diretto dell'aria e quindi delle sue ondulazioni, la mercè di un sottile strato d'olio (1). Mi sono alquanto esteso sul congelamento, perchè ne ricorrono dipoi molte importanti applicazioni.

2463. Lo **spegnimento del fuoco**, o più generalmente l'estinzione dello sviluppo del calorico, sarà più acconciamente da discutere ove dirò della combustione, la quale come tutti sanno s'arresta coll'acqua gettata sulle materie infiammate. Di certa guisa è pur accecata dal fumo ed abbruciando solfo nel focolare del cammino (2) ovvero gettando sale comune sul fuoco, se n'ottiene similmente lo spegnimento, come quando s'impedisce l'accesso dell'aria che lo alimenta. Nel piroscafo inglese l'AMAZZONE, se si fosse adoperato il vapore (§ 2250) ad estinguerne l'incendio (pretende il DUJARDIN (3) che tutte le circostanze erano favorevoli per impiegarlo con successo) s'avrebbe campato la vita a 132 persone. In una filatura del MÉZIÈRES a DOUAI appiccatosi il fuoco, mentre s'aspettavano con ansia le trombe da incendio, fu proposto di lanciare nell'ambiente invaso dalle fiamme, tutto il vapore del generatore, squarciando un tubo che quivi traversava, e in pochi minuti l'incendio fu spento. Uso del vapore sperimentato sin dal 1833 dal WATHERHOUSE; ma perchè subisce tuttora eguale vicenda de' piccoli globi sperimentati con famoso successo nel 1761 in Londra dal GODFREY (4) cioè si rimane in dimenticanza? Ma, come dissi, non è ora da intrattenersi in questo subbietto, di cui volli solo toccare, per accennare all'altra proprietà che manifestano alcuni corpi di avversare la trasmissione del calorico nell'atto stesso del suo più intenso e formidabile sviluppamento.

4. Condizioni conformi colla luce.

2464. **L'identità del calorico e della luce**, identità di *sostanza eterea* di cui compongonsi, ma sotto diverse condizioni, modificando le quali i due imponderabili si scambiano l'uno nell'altro, ovvero accumulano le proprietà

---

(1) Il BLADGEN espose all'aria due vasi d'acqua distillata a temperatura di — 7° C., essendo l'aria tranquilla, coprendone un solo di carta; in questo l'acqua scese a vari gradi sotto zero, senza agghiacciare, mentre l'altra si convertì in ghiaccio. Si spiegò il fenomeno col supposito che le minime particelle d'acqua agghiacciata sospese nell'aria a quella temperatura nel venire a contatto con l'acqua nel vaso scoperto vi determinano l'agghiacciamento, ed alla superficie d'olio si applicherebbe la stessa efficacia di mantener liquida l'acqua per l'accennata ragione; ma siccome l'olio agghiaccia più presto dell'acqua, resterebbe la sottile quistione, perchè le sue molecole agghiacciate non dovessero promuovere effetti analoghi ai piccoli diacciuoli sospesi nell' aria? Del resto rammentisi che l'agghiacciamento, o cristallizzazione dell'acqua (§ 2099) assume diverse forme dipendenti dalla violenza del freddo, dalla rapidità con cui si produce, dallo stato più o meno perfetto di riposo, e i diacciuoli ora appaiono come lunghi aghi dritti, ora piume, ora foglie brillanti e scagliose, ora poliedri ecc.

(2) Questo mezzo pare che fosse sperimentato la prima volta in Roma nel 1793. DEL GIUDICE. *Universalità de'mezzi di previdenza ecc. per le calamità degl' incendii.* BOLOGNA 1848, pag. 333.

(3) Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXIV, pag. 487. Il DUJARDIN di LILLA ripropose quest'impiego nel giugno 1837.

(4) DEL GIUDICE. Opera cit., pag. 335.

speciali e vicendevoli, questa *identità* non può con fondamento oppugnarsi, dappoichè il MELLONI ne ha dimostrato che i due agenti naturali in discorso,

1° offrono eguali fenomeni d'*irraggiamento*, di *riflessione*, di *trasmissione* e di *dispersione*.

2° li modificano a seconda della diversa natura de' corpi che li *riflettono*, *trasmettono*, *emettono* od *assorbono*.

3° si compongono di raggi diversi elementari.

4° le sorgenti loro constano di differenti raggi elementari.

5° i loro raggi elementari sono diversamente riflessi o trasmessi dai diversi corpi.

Dopo ciò è facile comprendere la nomenclatura dal MELLONI adottata.

Diatermico è un corpo rispetto al *calore*, come un'altro è *diafano* rispetto alla *luce*: dunque *diatermasia* è la trascalescenza o diafanità; ed *adiatermasia* l'*opacità* calorifica.

Termocrosi è la colorazione del *termico* ossia calore. Un corpo riflette solo alcuni elementi luminosi (§ 2361) ed altri ne intercetta. Per corpi *adiatermici termocroici* quelli adunque intenderemo che riflettono soltanto alcuni elementi di un *flusso* calorifico: e per *diatermici termocroici* quelli che ne trasmettono alcuni, intercettandone gli altri: *atermocroici* i corpi che sono rispetto al calorico, ciò che gl'*incolori* rispetto alla luce.

Leucotermici diconsi (da λευκός *bianco*) i corpi che non alterano la composizione del calorico che cade su di essi; imitano gli effetti offerti dai corpi *bianchi* colla luce.

Melanotermici (da μέλας *nero*) quelli che assorbono il calore incidente.

2465. Riassumendo, avremo per sinonimi nel calorico e nella luce,

Corpi *diatermici* = diafani; *adiatermici* = opachi; *diatermasia* = trasparenza; *adiatermasia* = opacità; *termocrosi* = colorazione; *termocroici* = colorati; *atermocroici* = incolori; *adiatermici termocroici* = colorati per riflessione; *adiatermici termocroici* = colorati per trasmissione; *leucotermici* = bianchi; *melanotermici* = neri.

Escogitando i fenomeni naturali nelle terre, nell'acqua, nell'aria, nelle piante e negli animali, si troverà la ragione d'aver dato contezza in questo luogo di termini che a prima giunta l'agronomo non dee, troppo contegnoso o schifiltoso, ripudiare come lusso scientifico inutile all' arte del coltivare. Ei può sin d'ora riconoscerli quali vincoli e argomenti irrefragabili della stretta parentela ch'esiste fra i due più poderosi agenti della produzione, la *luce* e il *calorico*, e della identità dell'unica natura loro di *sostanza eterea*. Finchè si vuole con alcuni fisici propugnare l'assoluta *identità* de' due imponderabili, o con altri tenerli per affatto diversi, non si perviene alla esplicazione de' fenomeni naturali. Invece coll'ammettere l'*identità* della *sostanza eterea* di cui si compongono, in due diverse maniere modificata secondochè si offre come *luce* o come *calorico*, gli scogli insuperabili delle due ipotesi anzidette si sopravvincono. Quindi si chiarirà in suo luogo perchè un corpo *opaco* possa essere *diatermico*, e inversamente un *diafano* risultare *adiatermico*: perchè un corpo possa essere *caldo* senza apparirci *visibile*. Non solo si comprende come l'esistenza del calorico

possa essere indipendente da quella della luce, ma si potrebbe dimostrare che in alcuni casi s'interdice al calorico la facoltà di rendersi luminoso, intendendo però luminoso rispetto ai nostri sensi. Questo fermi l'agronomo che riguardo al calorico, gl'ingegni fisici hanno potuto escludere l'idea del *freddo* nel significato d'assoluta inesistenza di calorico, dappoichè si pervenne a misurare gradi di temperatura enormi al disotto del ghiaccio: ma lo zero rispetto alla luce, o, per modo di esprimere, i gradi di oscurità al disotto di ciò che per *oscurità* comprendiamo rapporto alle nostre sensazioni, non è ancora a capo d'una scala discendente negativa, come lo è lo zero del termometro rispetto al calore. Oltracciò, per converso, alcuni speciali fenomeni calorifici non si ponno distinguere coi termometri, come si può pe' luminosi mediante lo squisitissimo organo della vista, il quale in pari tempo avverte la *tinta*, la *vivacità*, la *purezza* de' colori. Non si giunse che di recente a dimostrare vera la proposizione del KEPLER (1), cioè non esistere luce priva di calore (§ 1954). Senza fantasticare se tra non molti anni si possa giugnere a formare lucimetri, ossia fotometri così sensibili da constatar luce fra le più oscure tenebre, per la esplicazione de' naturali fenomeni che interessano la scienza agrologica soddisfa lo ammettere che la luce è *sostanza eterea* come il calore, che oltre tutte le proprietà di questo imponderabile (2), ha essa eziandio quelle per cui potrebbe definirsi un *calorico luminoso.*

3. Sorgenti di calorico.

2466. La **sostanza eterea** si foggia nello stato di *calorico* per diversi modi, ossia per diverse cause che si prendono per sorgenti o fonti generatrici del medesimo.

I. **Sorgenti naturali** chiamano gli astri, e il Sole sovra tutti, pel calore che irraggiano;
la Terra pel suo calor centrale;
gli esseri organici pel calor vitale;

II. **Sorgenti fisiche** la liquefazione de' vapori;
la solidificazione de' liquidi;
il trascorrimento del fluido elettrico;

III. **Sorgenti chimiche** le combinazioni e i miscugli;
le fermentazioni;
le combustioni;

IV. **Sorgenti meccaniche** la condensazione;
la compressione;
la percussione;
lo sfregamento ecc.

---

(1) *Lucis proprium est calor.... de cicindelarum lucula tenuissima negare non potes quin cum calore sit.... neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur.* KEPLER. Epist. Astron. COPERNIC 1618. T. I. Lib. I, pag. 55.

(2) Posciachè il KNOBLAUCK, il FORBES, il DE LA PREVOSTAYE, e sopra tutti il MELLONI hanno constatato colle più notevoli sperienze che il calorico *irradiante* gode della *rifrazione* (§ 2346), della *diffrazione* (§ 2375) e della *polarizzazione*, e che la proprietà irradiante si manifesta nel calorico emergente dalle sostanze materiali a qualunque temperatura (§ 2440) sono tutti fatti che argomentano le mie proposizioni.

Se sviluppare e produrre fossero sinonimi, allora le indicate sorgenti sarebbero effettualmente fonti di calorico: invece, me 'l perdonino i fisici, il liquefarsi del vapore non è forse restituire allo stato libero il calorico che s'introdusse nel liquido, e vi divenne latente per vaporizzarlo? e lo stesso diciamo di tutte l'altre fisiche, chimiche e meccaniche sorgenti, di cui (eccetto quando talora non sieno provocate dall'uomo) non saprei dire com'elle possano distinguersi dalle naturali, quali son dette le prime. Se non che il § 2408 mi costringe a passar oltre.

2467. La produzione nel senso di *generazione* del calorico, solo è da ripetere da una potenza o facoltà di promuovere nella *sostanza eterea* quella maniera d'essere onde assume la natura di calorico: e questa facoltà può attribuirsi a quella 1ª categoria di sorgenti così dette di calorico: l'altre non esprimendo che una specie di scarceramento di *sostanza eterea* già in istato di calorico, e tutt'al più possono conghietturarsi come promotrici del suo passaggio da *componente*, *combinato*, o *latente*, in *libero*, *irraggiante* e *sensibile*.

2468. La sorgente per noi più manifesta, più copiosa e più importante risiede, o n'emana, nel Sole. Della quale dirò nel CAP. X, con quella degli Astri della Luna (1) e della Terra medesima, quantunque il calor centrale di questa possa più per avventura riferirsi a sviluppamento che a reale produzione. Il calor animale e vegetale (2) pel V e VI LIBRO vengono apprezzati, e comecchè in parte dipendano da una specie di combustione, la quale riducesi a mero sprigionamento di calorico, d'altra parte conghiettureremo se possa realmente affermarsi prodotta nel senso riferito di promuovere nella *sostanza eterea* quello stato, d'imprimerle quell'energia, onde si fa calorico.

2469. Del calore solare fannosi ora investigazioni di grave momento per gli studi cosmologici (3). Generalmente alcuni ne dinotano la quantità, affermando che tanto ne impartisce annualmente alla Terra quanto basterebbe a

---

(1) Da sperienze dello ZANTEDESCHI in ispecie constatate sulla *Mimosa ciliata*, la *Mimosa pudica*, e il *Desmodium gyrans*, l'influenza della luce lunare sull'organizzazione vegetale sarebbe appieno accertata, secondo il giudicio da lui pronunciato nella sua Nota all'Accademia delle Scienze di Francia (Sessione dell'11 ottobre 1852).

(2) *Inest et stirpibus suus calor*. KEPLER, loc. cit., pag. 33.

(3) Il celebre LAPLACE raccomandò (nella sua *Mécanique céleste*. II partie, L. X, Ch. III) di replicare le sperienze *fotometriche* del BOUGUER sulle diverse regioni del disco solare. Il SECCHI, astronomo del Collegio Romano, con mirabili sperienze ha trovato che il calore presso ai contorni del disco, è quasi la metà di quello al centro. Il Sole avrebbe la sua regione equatoriale più calda, e le sue regioni polari più fredde (*Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*. T. XXXIV, pag. 643, 26 Avril 1852). Com'egli avverte dipoi, se potrà confermarsi che l'equatore solare è più caldo de' suoi poli, e che questi hanno nello stesso tempo differenti temperature, la quistione diverrà interessantissima per gli studi della climatologia, che avrebbe così una dipendenza dalla posizione, in cui trovasi l'asse di rotazione del Sole nelle diverse stagioni rispetto alle regioni terrestri (*Ibid.* Tom. XXXIV, pag. 883). Non è poi senza interesse per gli agronomi questo avvertimento dell'ARAGO. *Des observations* certaines *ont montré d'ailleurs des* changements rapides très-sensibles *dans le nombre des lucules ou dans le pointillé du Soleil, ce qui permettait de s'attendre à des variations* journalières dans la température, *provenant de l'ensemble des rayons que le Soleil nous envoie, et aussi dans celle des rayons particuliers qui émanent des différents points du disque* (*Ib.* Tom. XXXIV, pag. 659). Nè il calore del Sole cambia solo d'intensione nel giugnere a terra, ma eziandio di qualità secondochè l'astro si allontana o s'accosta all'orizzonte. Questa proprietà scoperta dal MELLONI non potrebbe *fornire*, dic'egli, *un'equazione di più per giugnere tosto o tardi alla soluzione d'alcune fra le importanti quistioni relative al sostentamento e sviluppo della vita organica sulla superficie del globo?*

fondere uno strato di ghiaccio che tutta la ricoprisse per 31 metri d'altezza (1): del qual calore però gran parte viene assorbita dall'atmosfera, la quale ne estingue il quarto, anche quando è serena, ed i raggi cadono verticalmente. O per meglio dire, l'atmosfera, essendo parte essa pure del nostro globo, ne rattiene quella quarta o maggior porzione a vantaggio evidente degli esseri organici appartenenti alla Terra medesima. La temperatura dello spazio al di là dell'atmosfera, pretendono, in ispecie il POUILLET, che sia inferiore di 142 gradi C. allo zero (2); e mancando il Sole, la temperatura del globo terrestre ridurrebbesi a 89 gradi, sotto quella sempre del ghiaccio fondente.

2470. Del **calore terrestre** proprio, speciale al nostro pianeta (3), si desumono indizi dal rilevare negli scavi e pozzi più profondi un aumento di temperatura rispondente ad un grado per ogni 30 o 31 metri. Laonde a quattro miriametri, cioè a profondezza pari a dieci o dodici volte l'altezza del MONTE BIANCO, la temperatura sarebbe oltre i 1300 gradi C., del che meglio in altro luogo, ove si noterà pure come sino da secoli in un Chiostro di S. Tommaso nell'ISLANDA si sapesse profittare del calore di sorgenti naturali d'acqua bollente (4) a beneficio dell'orto e giardino, secondochè scrissero i fratelli ZENI nei loro viaggi fatti dal 1388 al 1404 (5).

2471. Lo **sviluppo** di calorico per mezzi fisici è intimamente collegato a quella facoltà de' corpi di assumerne maggior copia col dilatamento (§ 2023), e restituirne colla condensazione. Ma di cotesti ed altri mezzi *fisici*, per la ragione esposta al citato § 2408, dirò mano a mano ricorra opportuno.

2472. Le **azioni chimiche** sviluppano, non producono, calorico; e spesso, per l'opposito, le azioni chimiche sono esse che dal calorico vengono sviluppate (6). Ponete cinabro in presenza del ferro, non risulta alcuna modificazione dell'uno o dell'altro: ma se scaldate quel cinabro col ferro, ne ritrarrete mercurio. Le stesse fermentazioni, da cui tanto calor sensibile, del pari si arre-

---

(1) BOTTO. Catechismo agrologico, pag. 120. TORINO 1846.

(2) La temperatura degli spazi celesti è forse anco una incognita, il cui valore è da determinare con mezzi altri che quelli adoperati sin ora. Lo SVANBERG l'ha fissata a —50°,3; l'ARAGO a—56°,7; il PÉCLET a —60°; il SAGEY a—65°, deducendola da 367 osservazioni fatte dall'HUMBOLDT sulla catena delle Ande e del Messico, dipoi la stimò a — 77°; lo HERSCHELL (John) a —91°; il POISSON non la reputa inferiore a —13°, e il citato POUILLET la dibassa sino a —142°. V. HUMBOLDT. *Cosmos*. Tom. III, pag. 278. PARIS 1851.

(3) Il POISSON (Th. Mathém. de la Chaleur, pag. 429 e 438) ritiene che il globo terrestre trascinato nel movimento di traslazione generale del sistema solare, percorrendo regioni calde e fredde, avrebbe dall'esterno ricevuto il suo interno calore, e che la solidificazione degli strati terrestri sarebbe avvenuta cominciando dal suo centro, estendendosi grado a grado alla superficie: opinione diametralmente opposta a quella del FOURIER.

(4) Le acque termali deono la loro alta temperatura non ad azioni chimiche, ma invece al calore degli strati terrestri d'onde provengono (ARAGO. *Séance* du 19 Juillet 1852).
Nei fiumi pure trovasi di frequente la temperatura dell'acqua maggiore di quella dell'aria. Il RENOU da parecchi anni di osservazioni rilevò la temperatura media del *Loir* a VENDÔME circa 2°,24 superiore a quella dell'aria. Il FOURNET a LYON notò quella del *Rodano* e della *Saône* eguale alla temperatura dell'aria, benchè questi fiumi rapidamente scendendo dai monti, e recando anche acque di nevi e ghiacciai, avrebbero dovuto offrire una temperatura più bassa. Infatti la *Loira* osservata da OSCAR VALIN presentò un eccesso di gradi 2,59 sulla temperatura dell'aria.

(5) ZURLA. Viaggiatori Veneziani. Tom. II, pag. 65 e seguenti.

(6) LIEBIG. *Nouv. Lettres sur la Chimie*. PARIS 1852, pag. 7. XXVII Lettre.

stano con intenso freddo, quanto col calore dell'acqua bollente (1). Il succo, ricco di zucchero, delle barbabietole, delle carote ecc. offre a temperatura ordinaria gli stessi prodotti del succo d'uva: a temperatura elevata non si trova più zucchero, perchè con essa si sono sviluppate ulteriori chimiche combinazioni. Il formaggio si ricava dal latte a temperatura tra i 24 e 36 gradi, perchè alla temperatura ordinaria il fermento del latte si opera senza sviluppo di gas: a temperatura elevata se ne ricava un liquore spiritoso che può fornire acquavite.

Benchè il fenomeno della combustione sia da investigare nel IX CAPITOLO, importa sin d'ora conoscere il potere calorifico de' principali combustibili.

QUANTITA' *necessarie di ciascun combustibile per elevare di un grado C. un metro cubico d'acqua*

Carbon fossile depurato, *coke, arso* . . .	chilogr.	0,1984
Carbone di legna	»	0,2736
Carbon fossile comune	»	0,2880
Legno secco di faggio	»	0,1968
id. di quercia	»	0,7632
Torba di buona qualità	»	0,3680

Nè smentichi l'agronomo questi dati, non meno de' seguenti che a suo luogo dovranno con quelli compararsi, e rilevarsi da sperienze del CLÉMENT e DESORME.

Quantità di calore assoluto fornito da ciascun combustibile

Carbon fossile	7000	gradi
Carbone di legno	7050	»
Legno	3000	»
Torba	3000	»

2473. Gl' **ingegni meccanici** sviluppano calorico; il che ne offre la spiegazione come gl'Indiani introducendo un pezzo di legno, duro, rotondo ed appuntato da un capo in una cavità formata appositamente in una assicella, facendolo girare rapidissimamente, con quello sfregamento de' due legni li riducano a svolger fumo e ad accendersi (2). Per analoga ragione, altre materie

(1) Ne' fenomeni chimici, a stima del WOODS: 1° la decomposizione produce altrettanto freddo quanto è il calore prodotto nella combinazione degli elementi; 2° tutto il colore perduto o guadagnato da un corpo dee essere assorbito o somministrato da un altro. Aggiugne eziandio che l'ipotesi dell'attrazione o della ripulsione non è necessaria (Institut. 23 mars, 1853, N° 1003, pag. 102). Il calore sviluppato in una combinazione chimica sarebbe, secondo l'Autore, la misura di ciò che chiamasi *affinità*. V'ha poi di rimarchevole in conferma del concetto esternato al § 1944 sulla ripulsione, la fermezza con cui l'esclude argomentando sempre che ammettendo coesistenza d'attrazione e ripulsione, esse deono agire egualmente ed in senso contrario, e per conseguenza annullarsi reciprocamente: egli pretende inoltre di spiegare tutti i fenomeni, mediante la necessità d'uno spazio indispensabile attorno alle molecole integranti della materia.

(2) Bibl. Univ. de' viaggi per mare e per terra. VENEZIA 1834. Tom. I, pag. 367.

poco conduttrici del calorico, le funi di canapa, le stoffe di lana, la carta ecc. stropicciate colle mani, o tra di loro, si riscaldano sensibilmente. La fune anzi avvolta su cilindro di legno, e strofinata rapidamente contro il medesimo, s'infiamma. Nè ci parrà sempre dovuto a perverse azioni di uomini colpevoli l'incendio delle foreste, in cui sia copia di rami secchi, i quali nella calda stagione violentemente agitati dall'uragano, col moltiplicato sfregamento riescono a sviluppare quel fortuito accendimento, propagandolo a tutta la selva (1).

2474. **Applicazioni gravissime** ne occorranno in appresso de' pochi cenni sin qui esposti sul calorico. E riportandoci ai fenomeni della luce alquanto più estesamente investigati, ognor più ammireremo l'uniformità di leggi con cui si governano queste due specie o forme della stessa *sostanza eterea.* Negli usi più comuni della vita, non che nelle arti e mestieri di prima necessità, la scienza del calorico ha moltissimo ancora da insegnare. Valgano queste parole del PAYEN. Verrà un giorno senza dubbio nel quale i nostri discendenti che conosceranno la tecnologia del secolo decimonono, si domanderanno se realmente in epoca di sì luminoso progresso industriale si preparava il pane, il primo de' nostri alimenti, come il veggiam preparare: se realmente la cottura si eseguiva nello stesso focolare d'onde si ritiravano i carboni e le ceneri; se durante il faticoso lavoro la maggior parte del calore non sembrava piuttosto destinata a riscaldare oltre misura, o per così dire ad abbrustolare gli uomini, piuttosto che a far cuocere il pane (2).

2475. Il **calorico è il motore** più poderoso della Natura nel più lato senso di *sostanza eterea*, la quale quando si manifesta nello stato in cui la conosciamo sotto nome di luce o di elettricità, è pur sempre calorico. E più sottilmente conghietturando, conchiuderemo che il gran motore potentissimo, e talora irrefrenabile e tremendo è quella forza d'*impulsione* che omai il leggitore, cortese di continuata attenzione a questi fuggevoli cenni di FISICA AGRARIA, dee tener per evidente e incontrovertibile. La forza del vapore (il dissi al § 2284) è forza della *sostanza eterea*; è l'*impulsione.* Dove adunque è *sostanza eterea*, ivi è forza motrice (3), e l'intelligenza sublime dell'uomo può sempre afferrarla, soltanto che l'agguanti quando è già contenuta dalla *sostanza materiale*, e questa costringa a cedergliela all'uopo suo. Impossibile infatto racchiudere, comprimere, condensare il calorico in uno spazio vuoto d'ogni materiale sostanza: trapasserà per le pareti del recipiente. Ma se in questo porrete una materia liquida o aeriforme, riscaldandola accumulerete in essa tanto calore e sì coacervato che non troverete recipiente che regga a contenere quel liquido o aeriforme investito da sì enorme quantità d'impulsione da schiantare qualunque ceppo ed ostacolo.

---

(1) MUSCHENBROECK. Introd. ad Philos. Nat. § 1619.

(2) Rapport sur les nouveaux appareils de panification de M. ROLAND. Compt. Rend. Tom. XXXIV, pag. 973 (28 Juin 1852).

(3) Il KUPFFER con belle sperienze ha indagato l'equivalente meccanico del calore, paragonando l'allungamento de' fili metallici prodotto da forze meccaniche, con quello ottenuto col calore (*Accademia delle Scienze di* PIETROBURGO. Rapporto del FUSS sul 1851).

Perlaqualcosa non si parrà meraviglievole se il **Lemoine** sino dal 1848 (1) costruiva un *apparecchio* adoperando l'aria riscaldata (2) in luogo dell'acqua, generatrice di forza nelle ordinarie macchine a vapore. Sostituzione di recente applicata con sì rinomato successo dall'**Ericson**, e della quale tornerà l'uopo d'altro cenno nel XXIX **Libro.**

2476. Ad ogni passo verranno dunque opportuni i pochi cenni dati sul calorico. Si vedrà che la germinazione o germogliamento ha luogo da 3 gradi sopra zero sino a 40 e 50, benchè la vegetazione d'alcune piante si sostenga al di sopra del livello delle nevi perpetue, cioè a 4860 metri d'altezza, presso al punto di costante congelazione (3) ed il *larice* (*pinus larix*) resista a un freddo di 30 e 40 gradi (4). Dalla distribuzione del calorico sulla superficie terrestre dipende quella delle varie specie de'vegetabili e d'animali. Le considerazioni poi della temperatura tollerabile (5) o necessaria alle medesime ne faranno investigare, se vero sia che, ad esempio, la vite perviene a produrre vino potabile quando il calor medio dell'annata non oltrepassa i 9 gradi e mezzo, purchè una temperatura d'inverno superiore almeno di mezzo grado allo zero, sia seguìta da una media temperatura di 18 gradi durante l'estate (6). S' indagheranno pure altre anomalie risultanti dal confronto delle temperature, quando verranno in acconcio (**Libro II**) gli studi sulle molte condizioni che stabiliscono le differenze di clima. Conciossiachè, come afferma l'**Humboldt**, un termometro situato all'ombra e convenevolmente riparato dall'irraggiamento diretto del Sole, non che da quello notturno della Terra, non basta per indicare la temperatura del suolo liberamente esposto a tante influenze, nè le variazioni periodiche da cui la temperatura stessa viene affetta da una stazione all'altra. Ma non scema per questo l'utilità reale offerta dall'uso del termometro all'agricoltore. Quante volte, se in serena notte e tranquilla esso l'adagiasse sull'erba, vedrebbe che il suo prato è soggetto ad una temperatura di 7 ad 8 gradi minore di quella dell'aria circostante (7), e comprenderebbe l'esattezza dell'osservazione del **Daniell**, che in questa terra d'Europa, per effetto dell'*irradiamento* notturno la temperatura delle praterie e degli

---

(1) L'**Institut** 9 Mars 1853. N° 1001, pag. 88, e Compt. Rend. de l'*Acad. des Sciences*. Tom. XXXVI, pag. 263.

(2) L'**Hachette** (*Traité des machines*, pag. 223 e seguenti) avea già descritte le difficoltà pratiche, e i vantaggi teoricamente calcolati sull'impiego dell'aria riscaldata, come motore. Il **Franchot** nel 1840 avea pure esposto l'idea *sulla forza motrice dell'aria dilatata col calore* (*Compt. Rend. de l'Acad. des Sc.*, 31 Janv. 1823). Sino dal 1849 una macchina ad aria riscaldata era stata inventata dal **Lobereau**, ed era adoperata in **Parigi**, per quanto conferma il **Liais**, altro pretendente di primato nella invenzione dello svedese **Ericson**. La costui grande sperienza sovra un naviglio di molta portata risolve il difficile problema della lunga navigazione; giacchè il vantaggio reale non consiste tanto sul risparmio di combustibile nel consumo fatto dai bastimenti a vapore, ma sulla loro insufficiente capacità per contenere tutto il volume di carbone necessario per effettuare traversate di molti giorni.

(3) **Boussingault**. Econ. Rur. II Edit. Tom. II, pag. 669. **Paris** 1851.

(4) **Humboldt**. *Asie centrale*. Tom. III, pag. 52.

(5) Alcuni animalucci microscopici, chiamati anche *orsi d'acqua*, scaldati a 120 gradi ponno ancora essere richiamati in vita, cioè sortire dall'apparente morte di cui sembrava averli colpiti quell'eccesso di temperatura. **Doyère**, *Sur les tardigrades* ecc. 1842, pag. 119 e seguenti.

(6) **Humboldt**. *Cosmos*. **Milan** 1846. Prem. part., pag. 266.

(7) **Arago**. *Annuaire pour l'An.* 1827 *par le Bureau des longitudes*, pag. 149.

scopeti può toccare durante 10 mesi dell'anno il grado di congelazione. Procedendo nella esposizione delle nozioni Agrològiche, si scorgerà che vano è discervellarci nelle speculazioni dell'analisi chimiche per bilanciare l'azoto de'concimi con quello delle piante da coltivare, quando non si comprende innanzi tratto il presente elementarissimo concetto di FISICA AGRARIA.

Farò punto tuttavia sul calorico per non dilungar troppo il CAPITOLO.

Art. III. Della Elettricità.

2477. **Intemperanze meteoriche.** È somma iattura pel coltivatore, la manchezza d'ingegni onde parare i guasti materiali recati dagli acquazzoni, dalla grandine, e dalle folgori, ed accoglier solo il beneficio che ne risente la vegetazione delle piante, quando non vengono realmente peste, abbattute, lacerate o in qual si voglia guisa malconcie. Il saggio DUHAMEL (per epiteto accordatogli dal DECANDOLLE) rilevava l'osservazione de' pratici agricoltori e la rifermava: cioè manifestarsi più attiva la vegetazione nelle stagioni temporalesche: le annate migliori risultar quelle più copiose di temporali. E senza uopo dell'autorità del DUHAMEL (1) ogni sperimentato agronomo sa quanto più valga l'acqua di pioggia ed in ispecie di pioggia burrascosa, su quella d'irrigazione. Il BERTHOLLON narrò la mancanza di ricolto del luppolo nel 1780, anno in cui tonò pochissimo; e il suo bel successo nel 1781, anno in cui il tonare e rugghiamento di venti abbondevolissimo. Ecco tessuto, con documenti alla mano, una specie d'elogio ai fulmini ed alle tempeste. Ma se il BERTHOLLON ha pure veduto alberi mutilati dalla folgore e dalla gragnuola ripullular poco dopo con vigoria sorprendente (2), niuno vorrà scongiurare la grandine a colpir le sue piante per allegrarsi di quel postumo prodigioso sviluppo.

2478. Quale la **spiegazione** di questa influenza benefica, irrecusabile ai temporali d'estate (3), facendo, come dissi, astrazione dai tremendi, ma parziali disastri che arrecano?

Prima di rispondere convien por mente agli oppositi effetti accertati per altri fatti. I coltivatori di funghi (*agaricus campestris*) a PARIGI, affermano che i fulmini (senza direttamente colpirli) uccidono i funghi de' letticaldi all'aria libera; perciò li coltivano nelle cantine, e sotterranei. Altri fenomeni egualmente pregiudicevoli verranno a taglio più sotto, non che al V° e al VI° LIBRO.

---

(1) DUHAMEL. *Physique des arbres*. Tom. II, pag. 269. Il DUHAMEL vide pure, in un tempo disposto a far burrasca, che uno stelo di frumento già in ispica s'allungò più di 3 pollici.

(2) BERTHOLLON. *Electr. des végétaux*, pag. 29 e seguenti.

(3) Il BUISSART citato dal BERTHOLLON (*Electr. des végét.*, pag. 62) vide alcune cipolle, *Alium coepa*, prodigiosamente in un orto alla BASSÉE nell'ARTOIS il 21 giugno 1777 dopo il passaggio d'una tromba atmosferica. Il LEFÉBURE (*Expériences sur la germination*, pag. 136) vide semi di rape germogliare in 30 ore, ed anco in 24 per un tempo burrascoso, mentre d'ordinario impiegavano molte ore di più. Il DECANDOLLE (*Phys. végétale*. Ediz. cit., pag. 1090) vide un tralcio di vite, all'accostarsi d'un temporale, allungarsi un pollice e mezzo in due ore. Lo HUBER afferma la secrezione del nettare assai più abbondante in epoche procellose (*Mém. sur les abeilles*. 1814, Vol. II, pag. 32).

2479. Elettricità. Vuoi tu conoscere l'autore misterioso di cotesti utili e disutili effetti? Prendi un bastoncino di cera lacca (volgarmente *cera di Spagna*) e fregalo da un estremo contro un pezzo di lana; accostalo questo estremo a minuti pezzi di carta e vedrai che li attrae, e solleva, ch'e' vi si appiciccano, e per qualche tempo vi rimangono attaccati. Lo stesso t'avviene con cilindro di vetro; coll'ambra poi se n'accorsero da secoli gli antichi, e dal nome di essa, ἤλεκτρον, il fenomeno s'ebbe quello di *elettrico*, *elettricità*, *elettricismo* ecc. (1). Minimi globetti di sovero, o di midollo di sambuco, pagliuzze, segatura di legno, calugine di penne, bucce di grano, esilissime fogliette d'oro, ecc., soggiacciono alla stessa vicenda de' minuzzoli di carta. Ora, n'è l'autore misterioso quello stesso agente che poi nelle regioni del cielo rugghia col tuono, e col lampo balena: è la sostanza del nembo e del fulmine, è quel generatore della grandine e della procella. E nondimeno, lo noti l'agronomo, agente sì formidabile è pur tale sostanza che la sua presenza ne' corpi è condizione della natura ed essenza loro.

Quella cera lacca, quel cilindro di vetro, quell'ambra, così stropicciati contro brandello di pannolano, o di flanella, appaiono inoltre nell'oscurità investiti d'una luce fuggevole; talvolta accostandogli il nodo del dito, o un corpo metallico rotondato, producono scintille come traggonsi dall'acciarino. Ma non sono essi i soli corpi atti ad acquistare un tal potere, cioè a dire, suscettivi di elettrizzarsi. Tutti quanti i corpi s'elettrizzano, quando strofinati con modi acconci alla diversa loro natura (2). Hannovi però differenze: in alcuni scorgi l'elettricismo più o meno permanente ed energico nel posto stesso dove eccitato: in altri diffondersi rapidamente su tutta la loro superficie, illanguidendo fino a dileguar totalmente: alcuni dopo lo stropicciamento comunicano col contatto ad altri corpi una parte solo del fluido elettrico, e di quello della parte toccata, senza che scemi negli altri punti: altri invece diffondono tutto l'elettrico acquistato ai corpi contigui.

2480. Cattivi conduttori ossia *coibenti* sono i primi, e torna sapere che annoveransi in questa classe in generale i *corpi essiccati*, e specialmente

Ambra, *ceralacca*, *solfo*, *pece*, *colofonia*, *gomma copale* ecc. e tutte le materie resinose.

Vetro, *cristallo di rocca*, *tormalina*, e le materie vetrificate.

Diamante, *agate* ecc. ed altre pietre preziose.

Zucchero, *olii* (3), *fosforo*, *bromo*, *ceneri*, *asfalto*, *gagate*, *mastice*, e la piupparte delle materie bituminose.

Porcellana, *maiolica* e consimili.

Lana, *seta*, *peli*, *piume*, *legni* ben secchi, in ispecie i *resinosi*, *cera* ecc.

I *gas*, l'*aria* asciutta.

---

(1) L'ANGELELLI dimostrò che pur questo ramo della Scienza Fisica nacque in Italia. Vedi M. M. ANGELELLI. *An veteres Italiæ philosophi nullam de vi electrica ac de fulminum potissimum proprietatibus Scientiam tenerent*. N. Comm. ACAD. SCIENT. INST. BONON. T. IX, pag. 5. = BONONIAE MDCCCXLIX.

(2) Erronea era l'antica denominazione de' corpi *idio elettrici*, ossia elettrici per se stessi, ed *anelettrici*, ossia non elettrici, fondata sull'idea che solo i primi potessero elettrizzarsi collo sfregamento.

(3) Salvo le variazioni da non isfuggire più innanzi (§ 2483).

2481. **Buoni conduttori** o *deferenti* sono gli altri, e vi si annoverano in genere i corpi umidi, ma lo sono nel maggior grado,

I metalli nell'ordine seguente: *rame*, *oro*, *argento*, *zinco*, *platino*, *ferro*, *stagno*, *piombo*, *mercurio e potassio*: il *rame* ad esempio è 6 volte più *conduttore* del *ferro*, e 12 volte più del *piombo*.

Sostanze organiche non disseccate, i *fluidi animali* ecc.

Carbone, *terre umide*, *fiamma*, *fumo*, *vapore acqueo*, *soluzioni saline*, ecc.

2482. **Imperfetti conduttori** sarebbero

Marmo (asciutto), *alabastro*, *granito*, *selce*, *ardesia* ecc.

Legni non molto secchi, *paglia secca*, *ossa*, *gusci d'ova e d'ostriche*, *cuoio*, *lino*, *canapa*, *avorio*, *corno* ecc.

Acqua (pura).

La indicazione degl'*imperfetti* palesa indubbiamente non esistere distinto limite tra *buoni e cattivi conduttori*. Tale facoltà inoltre sia di *conducibilità*, sia di *coibenza*, negli stessi corpi si modifica: riscalda il *vetro*, rammollisci lo *solfo*, la *resina*, la *cera*, o incendia il *legno*, la *coibenza* di questi corpi scema grandemente. Ramo d'albero, tagliato verde è *buon conduttore*: disseccato nel forno divien *coibente*; poi carbonizzato ridivien *buon conduttore*, e in fine ridotto in cenere, perde di nuovo la *conducibilità*. Lo stesso carbone, in polvere è *conduttore*; cristallizzato nel diamante, è *coibente*. Osservazione del VOLTA, il quale sperimentalmente dimostrò che i solidi col caldo accrescono, e col freddo scemano la qualità *conduttrice*. L'aria è posta fra cattivi conduttori; ma s'è umida passa tra i buoni. Generalmente le sostanze *materiali* ed *organiche* si collegano in una medèsima serie o scala, nella quale il *rame* è a capo qual miglior conduttore, e un sottile filo di seta coperto di resina è il peggiore. Noti ancora l'agronomo che mattoni, pavimenti, muri, tavolati ecc. sono buoni conduttori, e insieme col *suolo* vengono a comporre il *serbatoio universale*, alla cui superficie pervenendo il *fluido elettrico*, spandesi, e nella massa terrestre si disperde.

2483. La cognizione de' diversi gradi d'attevolezza a condurre l'elettrico, quale riscontrasi ne' vari corpi, giova in più casi all'agronomo ragionatore. Se poi si avessero dati più esatti, se ne trarrebbero non pochi vantaggi. Ad esempio, il ROUSSEAU per mezzo del *diagometro* (per quanto narrasi in un trattato di Fisica) riconobbe che l'olio d'olive, *all'opposto di quasi tutti gli altri olii*, è cattivissimo conduttore del fluido elettrico. Lasciando stare che questo fatto implicherebbe contraddizione colla generica classificazione degli olii tra i cattivi conduttori (§ 2480), non mi pare tuttavolta da trasandare, che la diversa *conducibilità* dell'elettrico offrirebbe dati sulla quantità d'olio di diversa qualità, misto per avventura o per frode a quello d'olive. Molte falsificazioni, difficili a riconoscere per altri mezzi, potrebbero disvelarsi con analoghe investigazioni, quali in appresso dovrò far manifeste.

[1] Elettricità naturale.

2484. **Sostanza eterea** è l'elettrico: quindi niun dubbio sulla natura sua d'incorrottibile (§ 2037) ed incapace di generarsi od annullarsi; ciò che chiamasi sua produzione, è soltanto uno sviluppo or più or meno apprezzevole dai nostri

sensi. Distinguo adunque l'*elettricità* naturale dall'*artificiale*, in quanto che la Fisica ne ha doviziosamente forniti di mezzi onde sviluppare cotesto imponderabile meraviglioso. E prima fo qualche cenno indispensabile sui fenomeni spettanti alla naturale *elettricità*, cioè a quella non provocata *artificialmente*.

2485. **Le proprietà dell'elettricità** (1) riferisconsi a 4 classi d'effetti, cioè *meccanici*, *fisici*, *chimici* e *fisiologici*: secondo altri Fisici, sommano a tre principali:

I. Produrre la forza o *affinità chimica*;
II. Attraversando i corpi, modificarsi in *magnetismo*;
III. Combinandosi e *neutralizzandosi*, modificarsi in *luce e calorico*.

Certa cosa è che tra due *poli* d'una *pila* approssimati, si produce favilla, o scintilla ch'è calorico e luce, e le così dette *due elettricità* scompaiono, come *neutralizzando* un acido con un alcali. *Neutralizzandosi* invece l'elettricità delle nubi producesi ammoniaca ed acido nitrico.

Che sono adunque due fogge d'*elettrico*? che i *poli*? che cotesto *neutralizzamento*?

2486. **Due specie di elettricità** si vorrebbon vedere nell'imponderabile ch'io riguardo per una sola forma o maniera di essere della *sostanza eterea*. Danno il nome all'una specie di *negativa* o *resinosa*: all'altra di *positiva* o *vitrea*. I corpi carichi d'identica specie d'elettricità, si respingono; se di diversa specie, si attraggono. Fatti che ciascuno può verificare. Supponi il globetto *r* (fig. 644) fatto con midolla di sambuco, e sospeso con filo di seta al sostegno N ch'è il *pendolo elettrico*: caricalo d'*elettricità negativa*, ed appressagli un bastoncino o cilindretto di vetro o di resina *v* carico d'elettricità *positiva*, e il globetto si accosta al bastoncino: e lo stesso accade se *v* sia carico dell'elettricità *vitrea*, e il bastoncino *r* della *resinosa*. Invece accostando il bastoncino V (fig. 645) carico della elettricità *vitrea* come il globetto *v*, questo si scosta: e così accade di *r* rispetto ad R, amendue carichi di elettricità *resinosa*. Per altro modo, sospese le due palline *v* ed *r* anzichè rimaner verticali, si accostano, e si toccano

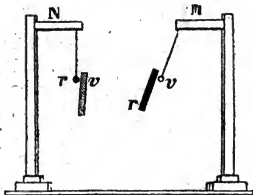
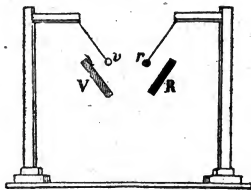
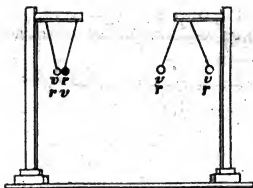



Fig. 644.

Fig. 645.

(1) È veramente notevole questo passo di Plútarco: *Fulmen est ignis quidam excellenti, mirabilique subtilitate, qui ex substantia purissima oritur, quique trahitur atque cohibetur a densis corporibus, uti ferrum, cuprum, argentum, aurum, quae quidem ab ipso dissolvuntur, atque liquantur.* Quaest. Conv. Lib. IV. 11.

come appare dalla fig. 646, quando cariche di elettricità diverse; per l'op-

Fig. 646.

posito divergono, se d' elettricità della stessa specie. Nella fig. 647 scorgesi come il bastoncino *r* fa spostare maggiormente i due globetti, perchè tutti i tre corpi carichi d'eguale specie d'elettricità. Ma si noti: stropicciando l'un contro l'altro due nastri bianchi di seta, in croce, quello confricato longitudinalmente acquista *elettricità vitrea o positiva*, e l'altro *resinosa o negativa*. Invece facendo strisciare l'uno sull'altro due dischi di vetro affatto simili, or l'uno divien *positivo*, e *negativo* l'altro, ed ora avviene al contrario. Tralascio ogni riflesso (§ 2408), e noto solo, che quante volte si ecciti elettricismo tra due corpi, essi s'elettrizzano diversamente, ossia si costituiscono in diverso stato elettrico (1).

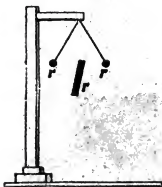



Fig. 647.

2487. Tuttavolta per le successive applicazioni è necessaria all'agronomo un' idea di questo fenomeno. Eccitar l'elettricità, vuol dire porre la *sostanza eterea* in assoluto dominio della sua forza d' *impulsione* (2). Il concetto materiale del fenomeno di attrazione e ripulsione or ora descritto, discende dall' ammettere (§ 2479) che la *sostanza eterea* nello stato di *elettricismo* entra in certa quantità determinata nella composizione di ciascuna massa di *sostanza materiale*, ovvero *organica*; e nella *materiale* poi, secondo anche il suo diverso stato solido, liquido o aeriforme. Aumenti la dose naturale nel *vetro*, e si ha l' elettricità positiva: scemi nella *resina*, e si ha la *negativa*. Collo stropicciamento o sfregamento, quella dose, per così dire, normale, si sposta, si accumula nell'uno o nell'altro de' due corpi posti a contatto: ad esempio, il *vetro* prende porzione della elettricità della lana se con questa sia fregato ecc.: se si adoperi una pelle di gatto, questa invece si carica

(1) L' ipotesi delle due elettricità è attribuita al Symmer: i fisici italiani seguono col Volta e il Beccaria quella del Franklin di un solo imponderabile.

(2) Per convincersi della probabilità di queste congehietture, assai meno contronnaturali di molte comunemente accettate, è necessario tener presente quanto s' è detto dianzi sulla *impulsione*, e in genere sulla *sostanza eterea*.

di elettricità che prende dal *vetro*, il quale allora rimane affetto d'*elettricità negativa*. Elettrizzando il corpo *deferente* A (fig. 648), l'elettrico si libera dal

Fig. 648.

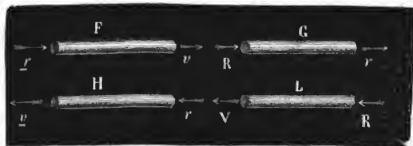
corpo fuggendo per *r*, intantochè ne subentra per *v*. Due corpi B e C (fig. 649)

Fig. 649.

sono rivolti in modo che quella corrente è diretta come indicano le frecce. È naturale che gli efflussi *r* ed R cumulandosi in quello spazio, tendano a rimuovere e slontanare i due cilindri C e B, come nell'altra (fig. 650) il richiamo

Fig. 650.

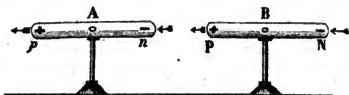
d'afflusso d'ambo gli estremi *v* e V de' corpi elettrizzati D ed E dee produrre analogo effetto. Per lo contrario, dalla sola osservazione della fig. 651 scorgesi

Fig. 651.

che i corpi F e G deono raccostarsi, e così H ed L quando le correnti elettriche sono nel modo ivi rappresentato, esprimendo sempre V e *v* quella specie che chiamano *positiva*, ed R e *r* la *negativa*. Tutto ciò dee bastare per chiarire il fenomeno, se non vale per dimostrarne la ragione scientifica (1), che per le cause addotte al § 2408, non ho campo di argomentare.

---

(1) Le mie congbietture, se non erro grossamente, si avvalorano dalla scoperta del mio egregio ed illustre amico prof. GHERARDI di una vera *pila dinamica*. MEM. dell'Accad. delle Scienze dell'Istit. di BOLOGNA. Vol. I, 1850. V. singolarmente pag. 160-170.

2488. Positiva o negativa sono perciò appellazioni convenevoli perchè rispondono ad uno stato in *eccesso* o in *difetto*, ovverosia in *più* o in *meno*, che manifestano i corpi quando è disturbato l'equilibrio, cioè alterata quella dose normale di elettrico a ciascuno pertinente; equilibrio che ai Fisici piace di chiamare *neutralizzazione*, e può significare quiete o riposo. Caricate un conduttore d'*elettricità positiva* presentandogli un corpo leggero elettrizzato *negativamente* (puoi dire *diselettrizzato*) questi è attratto dal conduttore come s'è detto. Ma se a quel conduttore ne accosterete altro non elettrizzato ed isolato, la metà di questo più vicina a quello si elettrizza in senso opposto, e la sua metà più discosta assume elettricità pari a quella del primo conduttore. Osservate i segni + e — ne' conduttori A e B (fig. 652): essendosi B accostato ad A elettrizzato positivamente,

Fig. 652.

l'elettrico comunicasi in B per modo da riuscire in N elettrizzato *negativamente*, ed in P *positivamente*, restando neutro senza effetti apparenti nel suo mezzo ov'è segnato lo zero. Importa notare che non deono toccarsi i due corpi, e questo fenomeno chiamasi perciò *elettricità per influenza*. Se A fosse elettrizzato *negativamente*, avrete solo da cambiare i segni del + in —, e viceversa (1).

(1)=Presentando un conduttore acuminato ad un altro *elettrizzato*, l'elettricità di questo se *positiva*, attrae per induzione verso la punta del primo la *negativa*, la quale acquistandosi una tensione assai forte, si scaglia sul conduttore *elettrizzato*, lasciando l'altro carico di elettricità positiva. In questo modo il conduttore armato di punte della macchina elettrica, slancia la sua elettricità negativa sul disco, e rimane positivamente elettrizzato. Similmente perderebbe la sua elettricità positiva per una punta non collocata sotto l'influenza del disco. Per ispiegare la varia apparenza del fiocco e della stelletta, giusta la natura del fluido emesso, si ricorre ad una potenza coercitiva dell'aria minore pel fluido positivo, maggiore pel negativo. =

=Il fluido elettrico non si può accumulare sui corpi *deferenti* oltre il limite in cui la sua pressione contro l'atmosfera vince la di lei resistenza: ma tal pressione varia secondo la figura del corpo, e diviene tanto più intensa quanto più la sua forma si assottiglia. Lo strato elettrico esterno per equilibrarsi, non deve esercitare azione alcuna sui punti situati nel concavo di esso (*sic*), perciò dee essere generalmente ineguale, e varia la sua tensione per modo che diverrebbe indefinita sulla punta d'un cono, se potesse accumularvisi indefinitamente l'elettricità. =Nelle punte per una subita e continuata azione trasfondesi senza strepito, ne' corpi ottusi s'addensa più o meno sino a vincere la pressione atmosferica con scintillamento e rumore; prodotto questo dalla subita rarefazione e ricomposizione dell'aria grandemente commossa dall'elettrica corrente.=

=Nelle due palline *deferenti* cariche di elettricità omogenea, il loro fluido si respinge, e si porta strisciando alla superficie verso la loro parte opposta, ove la pressione dell'aria cedendo a quella preponderante dell'aria stessa che si esercita nel lato opposto, cioè dove le sfere si riguardano, queste sembreranno sfuggirsi. Accade per contrario se le due sferette sono cariche di elettricità diversa; queste si accumulano negli emisferi prossimi, e vincendo la pressione dell'aria negli emisferi esterni perchè privi di elettricità, li spinge l'uno contro l'altro. Dunque è l'aria la cagione di quelle attrazioni e ripulsioni. Ma se le sferette fossero perfetti *coibenti*, è in causa dell'incognita forza in cui risiede la *facoltà coibente* che i due fluidi in attività le trasporterebbero nel loro movimento. Queste spiegazioni debbono modificarsi, ammessa la *coibenza* del vuoto, e la complessa influenza della capacità elettrica ecc. =

Queste allo incirca sono le spiegazioni di principali fenomeni elettrici, esposte

2489. Per **influenza** accade adunque il più mirabile effetto, e quindi un corpo che si carica d'elettricità positiva da un lato, si manifesta negativo dall'altro e via dicendo. Ma il sin qui detto basta per chiarire questi fenomeni fisici, che per affermazione del GASPARIN sono la chiave d'ogni studio meteorologico, onde egli stesso tenne suo debito di richiamarli (1). Nello stato normale il nostro globo terrestre è in difetto d'elettricismo; è, com'e' dicono, fornito d'elettricità negativa, mentre lo spazio abbonda d'elettrico, ossia è dotato d'elettricità positiva. L'atmosfera è tanto più elettrizzata positivamente, quanto più in alto sale: e per l'anzidetta ragione i suoi strati inferiori il sono negativamente a fronte de' superiori. Le nubi cariche di elettricità diverse o di diseguale tensione elettrica sia tra loro, sia colla terra, danno occasione ai diversi meteorici fenomeni, da investigare a suo luogo.

2490. **Induzione**, val quanto influenza elettrica. I corpi elettrizzati inducono negli altri corpi uno stato elettrico opposto al loro, scomponendo la loro elettricità naturale coll'attrarre la contraria e respingere l'omologa. E se fra i due corpi si frapponga un disco di solfo, di vetro ecc., appariscono differenze notevoli, e di più quest' *elettrica induzione* s'opera anche in direzione curvilinea a traverso corpi capaci di trasmetterla, cosicchè, secondo FARADAY, l'azione induttiva non opera solo in ragione di distanza, ma si trasmette mercè di un certo molecolare polarizzamento della sostanza *dielettrica* capace di tale trasmissione: *capacità* chiamata *specifica* dal FARADAY, nè dipendente dalla natura o densità di essi corpi, al contrario di quanto accade della facoltà isolante.

Diffusione *dell'elettricità* sulla superficie. Coprendo una sfera metallica elettrizzata con due emisferi cavi deferenti e isolati, rimovendoli si trovano aver rapita tutta l'elettricità della sfera. Dunque l'elettricità è solo rattenuta ne' corpi conduttori per l'ostacolo opposto alla sua trasfusione dai corpi *coibenti*, e si porta su tutta la superficie dei conduttori stessi, nè vi si trattiene che pel detto impedimento. Un conduttore elettrizzato e isolato posto sotto la macchina pneumatica, sotto il vuoto perde istantaneamente l'elettricismo, e con lentezza se sarà *coibente*: dunque la coibenza sua e l'aria, influiscono a rattenere l'elettricità sulla sua superficie. Dai principii esposti al § 2487 è facile dedurre che i fenomeni d'*induzione*, e di *diffusione* sono proprietà dell'elettrico, e non de' corpi, e non potrebbero accadere altrimenti, come se non ostasse il riflesso esternato al § 2408, m'ingegnerei di dimostrare.

2491. **Luce elettrica.** *L'elettricità statica*, ossia in riposo, non offre minima apparenza di luce. Sieno pure carichi i conduttori della macchina elettrica, se non vi hanno punte, spigoli, fuggite in somma di elettrico, ancorchè la camera sia oscura, non è punto rischiarata. Invece se appena scuoti un barometro, vedrai il vuoto Torricelliano (§ 2234) riempiersi di luce elettrica. Accostando ad un corpo carico di elettricità uno che nol sia, si ha la luce elettrica,

---

in Trattati di Fisica: havvi sempre il supposito d'una forza che del continuo tira ed allenta, attrae e respinge. Si pretende che quando un cuneo spacca un legno in due pezzi, sono questi che si respingono, e non la violenta intromessione del cuneo che li disgiunge.

(1) GASPARIN. Cours d'Agriculture. Tom. II, pag. 160 e 161.

cioè la scintilla. Ma se gli si presenta una punta metallica, questa agisce come se ne assorbisse tacitamente l'elettricismo, e nel buio vedesi solo una specie di stelletta alla sua estremità. É elettricità negativa che attratta verso la punta, secondo i Fisici, dalla positiva del conduttore l'attira a vicenda, e con essa si neutralizza. Facendo comunicare il conduttore coi cuscini isolanti anzichè col disco, ed avendo perciò il conduttore stesso carico di elettricità negativa, allora alla punta metallica vedesi un flocco luminoso. Così armando di punta metallica il conduttore elettrico si ha il flocco o la stelletta secondochè sia carico d'elettricità positiva o negativa; la elettricità del conduttore si porta verso la punta, e scagliasi sull'atmosfera.

[2] Elettricità artificiale.

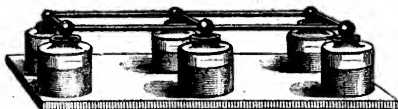
2492. Tra gl'**ingegni** più facili per ottenere uno svolgimento d'elettricità, consiste quello di formare una bella *stiacciata di resina* e percuoterla con una pelle di gatto. Postovi sopra un disco metallico isolatore, si tocca col dito indi sollevasi col manico. Allora accostando la nocca del dito se ne trae la scintilla e ripetesi l'operazione anco più volte perchè la resina conserva a lungo l'elettricità. In generale una *macchina elettrica* componesi di un corpo *sfregante*, del corpo *sfregato*, e dei *conduttori*. Un gran disco di vetro si fa ruotare passando fra due paia di cuscinetti: esso si carica d'elettricità *positiva*, cioè accumula l'elettricità che toglie ai cuscinetti, i quali ne sono riforniti dal suolo o serbatoio generale (§ 2482) mediante una catenella di ferro, onde comunicano col medesimo. Mentre si ruota il disco, i conduttori (i quali mercè colonne di vetro sono isolati) dividono con esso l'elettricità che vi si accumula. Ma non è di quest'OPERA l'oltrepassare il presente cenno, perchè troppo a lungo condurrebbe la descrizione compiuta della macchina elettrica coi suoi perfezionamenti, e per gli studi agrologici una semplice *pila*, come dirò poco stante, è sufficiente.

Dalle macchine potenti ponno trarsi scintille anco a 15,20 e 80 centimetri di distanza, e si distingue un *solco* di luce a zig-zag come quello del lampo: presentando ai conduttori la nocca del dito si giugne a risentire un commozione o scossa elettrica, la quale colle macchine di molta forza, può riuscire dannosa a guisa di folgore.

2493. Elettricità cumulate. Un fisico di LEIDA nel 1747 tenendo nelle mani una boccia d'acqua che elettrizzava mediante il filo metallico *conduttore*, toccando per caso coll'altra mano questo filo, ritrasse una sensibile commozione. L'elettricità interna per *induzione* accumulava nella faccia esterna della bottiglia l'elettricità contraria; però la interna era recata dal filo conduttore; l'esterna dalla mano del fisico, e quando coll'altra mano toccò il filo, la sua persona formò come l'arco detto *eccitatore* (1). In seguito s'aggiunsero due

(1) Non si sa se ciò accadesse al MUSCHEMBROEK o al CUNEUS. Il fatto è assai facile a spiegare senza ricorrere alla *induzione*, perchè la quantità d'elettrico non potea non essere diversa nell'interno dall'esterno della bottiglia: l'arco *eccitatore* non è che un mezzo il quale porge facoltà all'elettrico di rimettersi ne'corpi a quello stato normale, dalla qualità e struttura loro dipendente.

armature metalliche foderando sino a certa altezza la faccia interna con foglia di lega fusibile, la esterna con foglia di stagno. Rappresenta la fig. 653 una *batte-*

Fig. 653.

ria così detta, composta di 6 bocce di LEIDA. Disposte sovra un piano *deferente* facendo comunicare le loro spranghe metalliche con una sfera centrale, caricando questa colla macchina, mentre il piano *deferente* comunica col suolo, si carica la *batteria elettrica*, e si scarica ponendo l'arco *eccitatore* a contatto del piano e della sfera; ha forza d'uccidere animali, e sino volatilizzare metalli.

2494. Condensatore. Con due dischi metallici A e B sovrapposti e divisi da sottile lamina o vernice *coibente* facendo comunicare l' uno detto *collettore* mercè il filo *f* col conduttore della macchina elettrica e l'altro mercè il filo *g* col suolo (fig. 654) per ragione analoga alla enunciata per la boccia di LEIDA, in poco d'ora si carica di elettricità e tolte le comunicazioni con un manubiro isolatore M, si ha in quest'apparecchio *condensatore* la elettricità cumulata.

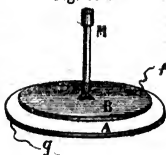
Fig. 654.

2495. Pila del Volta. Poni un disco di *rame* ed uno di *zinco* l'uno sull'altro (fig. 655) e fra ogni *coppia* di tali dischi contigui un altro di panno, o cartone, bagnato da liquido conduttore, la *pila* è fatta. Il disco *zinceo* assume elettricità *positiva*, il *ramico, negativa*. Se il *rame* comunichi col suolo, e non lo *zinco*, quello si riduce alla sua elettricità naturale, e lo *zinco* acquisterà un ulterior dose di *positiva*, ammesso che l'eccesso della sua *elettricità* su quella del rame debba mantenersi lo stesso: ma postovi sul *zinco* il *girello* di panno bagnato di liquido salino o acido, e su questo il disco *rame*, il *girello* e il *disco* si caricano come lo *zinco* con cui comunicano, di *elettricità positiva*, senza però che la tensione ne diminuisca; perchè dura la causa da cui dipende. Che se sul secondo disco di *rame* si collochi il corrispondente di *zinco*, questo piglierà e la elettricità positiva procedente dalla prima coppia, e quella eccitata pel suo contatto col *rame*: sicchè la elettricità ne sarà duplicata: similmente si triplica per la terza ecc. Applicando simile analisi alla pila isolata, risulta che le così dette due elettricità si distribuiscono dal mezzo all'estremità in progressione crescente, cioè la positiva verso l'estremità *zinco*, la negativa verso l'estremità *rame*. Io non ho che a riferirmi al § 2487 così richiedendo il § 2408.

Fig. 655.

Se la pila comunica col suolo pel polo *rame*, il polo contrario *zinco* si

mostra carico d'elettricità positiva: se comunica col polo *zinco*, il polo *rame* dà elettricità *negativa*, e con tensione in ambo i casi decrescente verso il polo in comunicazione col suolo; ed in questo polo la tensione è zero. Se la pila è isolata, le due elettricità nel mezzo hanno tensione minima o nulla. Saldando due fili detti *reofori* ai dischi estremi *rame* e *zinco*, tenendo l'uno colla destra mano, toccando l'altro colla sinistra si riceve una scossa; se si avvicinano l'estremità dei due *reofori* si hanno scintille a migliaia ripetendo i contatti, mentre la boccia di LEIDA si scarica con una sola scintilla. Uniti i due *reofori* saldati, si stabilisce la corrente, e non si ha più segno alcuno.

Il *Galvanometro* (detto anche *galvanoscopio*, e *moltiplicatore* negli apparecchi più complicati) consiste in un ago calamitato sospeso sopra un filo metallico egualmente orizzontale. Quando il filo conduce corrente elettrica, l'ago tende a porsi perpendicolarmente al medesimo, oscillando più o meno giusta la quantità di elettrico che lo sollecita. Fenomeno pur questo per dimostrare l'identità di cui al successivo § 2520.

Molte modificazioni con utilissimi effetti (1) hanno recato i fisici alla pila del VOLTA: l'agronomo che amerà di conoscere non pochi fenomeni fisiologici, di cui può tenersi a *concausa* l'elettrico, avrà d'uopo d'una pila, e ne descriverò a suo tempo una semplicissima, il cui uso non sarà puramente d'utilità *speculativa*, ma riuscirà talora di positivo materiale vantaggio.

2496. **L'elettricità artificiale** offre soggetto di gravi contestazioni circa la sua influenza sui vegetabili. Molti Fisici pretendono di avere accelerato la germinazione, ovvero lo sviluppo di varie piante esponendole a una corrente continua d'elettricità: tra questi si citano il JALABERT, il NOLLET, il MAINBRAY, l'ACHARD, il BERTHOLLON (2), il GARDINI (3), il WAN-MARUM, in ispecie il GASC (4) e il DU PETIT-THOUARS (5). Ma il DECANDOLLE si unisce all'INGENHOUSZ, al VAN TROOTSWYCK, al SYLVESTRE ed al SENEBIER. Nel V LIBRO s'avrà il destro d'investigar meglio questa discrepanza d'opinioni. Intanto può avvertirsi

---

(1) Il BRUGNATELLI notò fino dal 1805 il deporsi di metalli sovr'altri metalli per azione dell'elettrico, anzi come può vedersi nella Bibl. di Campagna del GAGLIARDO, suggerì il metodo di dorare ecc. (secondo l'Enc. p. fino dal 1803 negli Ann. di chimica). Il MARIANINI fin dal 1825 coprì con tal metodo medaglie di leghe fusibili, con un velo di rame. Il JACOBI infine mostrò ottenersi lamine di rame che staccate dalla superficie su cui erano deposte, ne riproducevano con mirabile esattezza le forme.

Nell'esposizione di Torino 1850 si è veduta quella (statua) alta quasi un metro, eseguita dal cav. Alessandro LAMARMORA (così la relazione del MINOTTO); bellissimi insetti, piante, farfalle, rettili, uccelli coperti da leggiero velo di rame, d'argento o d'oro di Giovanni MAGNANI, benchè riescano fragili, perchè rafforzando lo strato metallico si altererebbero le forme: sarebbe più solido e finito lavoro una fusione fatta, rivestendo di terra gli originali, poscia bruciandoli, e versando nel cavo rimasto il metallo.

Fannosi poi alcune parti dorate, altre inargentate, altre ramate, variando coi metodi elettro-chimici i metalli, o leghe da depositare su diversi punti.

(2) Il BERTHOLLON afferma l'allungamento e l'inverdire più intenso delle piante per effetto della elettricità: ma il DECANDOLLE fa rilevare ch'esso poi considera in generale i due effetti indicati come inversi l'un dell'altro.

(3) Il GARDINI assicura che l'aria chiusa in una campana ove sia una pianta che venga elettrizzata, divien migliore, ma il DECANDOLLE non ha potuto verificare questo fatto (ibid., pag. 1094).

(4) GASC. *De l'influence de l'électricité dans la fécondation*. PARIS 1813.

(5) DU PETIT-THOUARS. IX Essai.

che una pianta può in qualche ora di elettrizzamento traspirare assai più che nello stato ordinario, e perdere il quarto, ed anco il terzo del suo peso: sperienze del Decandolle c'impongono di non dubitarne. Altre dell'Humboldt (1) attestano che forti scintille a traverso i fiori del crespino (*Berberis vulg.*) nel momento in cui gli stami sono applicati sul pistillo, li forzano a raddrizzarsi; ma dipoi non si giugne più a determinarli a raccostarvisi, lo che prova avere eglino perduta la loro eccitabilità. Gli euforbii (*Euphorbia*), lo dimostrò il Van Marum, sono spenti di botto dalle forti scariche elettriche; e recise subito dopo, quasi punto non ne scola pel taglio il loro succo lattiginoso.

[3] Altre sorgenti d'elettricità.

2497. Le **cause** che sviluppano elettricità, s'è veduto essere lo sfregamento, la percussione, e il son pure lo scheggiamento (§ 2095), la pressione, il calorico, le azioni chimiche, e le azioni così dette *magnetiche*. Ponendo il dito sovra un oggetto qualunque, nell'istante del contatto, se l'oggetto toccato è piccolo e ben isolato, si può rilevare ch'esso si è elettrizzato.

2498. Elettricità sviluppata dal calorico. Sbilancio di temperatura cagiona sbilancio d'*elettrico* che svolgesi allo stato di tensione nei corpi poco conduttori, come cristalli, o allo stato dinamico ne' metalli.

Cristalli = La tormalina riscaldata si elettrizza; cessa di essere elettrica a temperatura stazionaria, e si elettrizza di nuovo, contrariamente, raffreddandosi; l'*elettricità positiva* si manifesta da un estremo, la *negativa* dall'altro del cristallo: specie di polarità che s'inverte raffreddandosi. Con due tormaline si hanno fenomeni d'attrazione e ripulsione analoghi a quelli degli aghi calamitati. Il disturbo d'equilibrio delle forze molecolari consegue dal *disequilibrio* degli imponderabili latenti nei corpi, che intervengono nell'esercizio di quelle forze medesime (2); ma non è facile definire siffatti *disequilibrii*, non essendo abbastanza note le relazioni che passano tra la materia ponderabile, e l'imponderabile. L'elettrizzarsi de' cristalli senza dubbio connettesi coll'allontanamento delle molecole similari, e perciò coll'*elettrico* che acquistano le lamine dei cristalli nello scheggiarli: e tal fenomeno non è indipendente dalla luce che nella cristallizzazione si manifesta, nè dal calore che si sviluppa in certe mutazioni, o metamorfosi, che poi dicono per *allotropia* e dimorfismo subire certi corpi: nè infine ai cangiamenti di calore specifico che le accompagnano.

2499. Correnti-termo-elettriche. Il Secbeck scoprì lo svolgersi di correnti *elettriche* nei circuiti metallici per *disequilibrio* di temperatura. Un lungo filo di platino unito ai fili del *galvanometro*, se tenuto disteso si riscaldi nel mezzo con una fiamma, non manifesta segni elettrici: se si riscaldi vicino al suo nodo col rame, il galvanometro devia, e va dal platino al rame. Aggruppando il filo di platino in un punto e scaldandolo in vicinanza di quello,

---

(1) *Ann. des Sciences Nat.* 15, pag. 71.

(2) Per forze molecolari deonsi sempre sottintendere le forze da cui le molecole sono investite: cioè l'*attrazione* onde tendono incessantemente a raccostarsi, e la *impulsione* della *sostanza eterea* interposta, il cui effetto è di disgiugnerle.

si ha corrente dal filo riscaldato al nodo. Accostando un filo caldo ad uno freddo dello stesso metallo, si ha corrente da quello a questo, cioè nel senso in cui si propaga il calore, e ciò in generale. Il bismuto presenta fenomeno inverso; e il ferro, lo zinco, ed il rame, offrono anomalie dipendenti dall'ossidamento e pel ferro, anche dalla diversa temperatura.

Con metalli eterogenei l'azione è più potente. In un circuito di due metalli, basta che le saldature abbiano diversa temperatura per eccitare una corrente *elettrica*. Nella serie = *bismuto, platino, piombo, stagno, rame, oro, argento, zinco, ferro, antimonio* = la corrente attraversa la saldatura più calda passando da un qualunque metallo della serie, a quello che gli vien dopo.

2500. **Pile termo-elettriche.** Si saldano piccoli parallelepipedi di *bismuto e antimonio*, alternativamente insieme a modo di formarne un fascio prismatico, o circolare: un influenza calorifica agente sopra una delle faccie, ossia sulla metà delle saldature che vi corrispondono, dà effetti elettrici che si sommano, e ne risulta una corrente. Perchè questa sia potente da traversare liquidi cioè da scomporli, il BOTTO dovette impiegare 120 elementi di ferro e platino, e scompose l'acqua, effetto che ottenne anche con *bismuto e antimonio*: l'acciaio ne rimaneva magnetizzato. Si attribuisce alla *conduttricità* di queste pile il suo debole effetto, e alla facilità di ricomporsi e *neutralizzarsi* i due principi elettrici appena separati: ma l'*elettrico* non accusato dal *galvanometro* non può dirsi svolto finchè non si assegni qualche suo effetto. Per ispiegare tanti svariati fenomeni, sempre su quel supposito di due elettricità, opinano che le molecole integranti dei corpi siano come rivestite di due principii elettrici, che nell'aggregamento delle medesime si neutralizzano! Turbato tale aggregamento, sconturbansi pure le elettricità: indi il trasformarsi d'un cristallo in una specie di pila isolata quando si riscalda o raffredda: indi l'apparire della corrente in un circuito conduttore. Il COLLADON seppe ridurre a corrente l'elettricità statica convenientemente raccolta e diretta. Le stesse cause che sviluppano elettrico turbando lo stato normale delle forze molecolari, svolgono insieme calore, come si verifica ne' fenomeni capillari, nello strofinio, nella compressione ecc. Non è malagevole spiegare questi fenomeni, quando si ammette la identità di sostanza d'onde procedono gl'imponderabili, e in pari tempo le diverse proprietà loro, inerenti a quella maniera d'essere che assume la *sostanza eterea* medesima: ma non si dee limitare la differenza di tali proprietà, unicamente a quella di un diverso modo di muoversi o di vibrare di un etere, in ciò molto differente dalla *sostanza eterea* quale l'ho concepita.

2501. **Elettricità delle macchine a vapore.** L'ARMSTRONG rimarcò che la caldaia, quando il vapore fortemente compresso è lasciato spicciar fuori con impeto nell'aria atmosferica, trasformasi come in una potente macchina elettrica: fenomeno complicato dall'azione chimica della caldaia, dall'azione termo elettrica, dalla vaporazione accompagnata da chimica separazione di elementi, e dall'azione sia fisica o meccanica del subitaneo espandersi del vapore, e contemporaneo comprimersi dell'aria atmosferica circostante.

2502. **Elettricità animale.** La *torpedine*, il *siluro*, il *ginnoto* danno scarica elettrica a loro voglia. Toccando colla mano in due parti non simmetriche del suo corpo la torpedine, se l'animale lo vuole, o vi è indotto, si risente

l'elettrica commozione. Il Prof. LINARI mostrò come possa trarsene scintilla a piacere. Quest' elettricità animale agisce sul *galvanometro*; e basta per vederlo, por la torpedine fra due piatti metallici comunicanti col *galvanometro*: introdotto nel circuito un apparecchio di scomposizione si hanno gli effetti chimici: una verga d'acciaio rimane calamitata. Stimano affatto oscuro il magistero di questa funzione animale, e ripigliano la quistione d'una corrente *propria* del corpo vivente. Gli è facile scorgere che ne' corpi organici la *sostanza eterea* sotto forma d'elettrico trovandosi in presenza della *forza vitale*, oltre la forza d'*attrazione* comune alla *sostanza materiale*, dee produrre fenomeni diversi da quelli che rivela nella materia inorganica, anche senza aver diversa natura.

2503. Galvanismo. Ma per aver ragione d'alcuni fenomeni zoologici da investigare più innanzi (LIBRO VI) è mestieri sapere che sia *Galvanismo*. Nel mentre si traeva scintilla da una macchina elettrica, essendosi toccata una *rana* preparata e posata sopra una tavola dal GALVANI, si videro i di lei muscoli agitati come da forte convulsione (1). Di poi avendone appese parecchie per istudiare l'influsso atmosferico sulle medesime, toccando egli, il GALVANI, il gancio di *rame* che sosteneale, vide con meraviglia ripetersi eguali commozioni. Il celebre fisico ne indusse potersi produrre quelle contrazioni col solo porre in comunicazione il *nervo* ed il *muscolo*, mercè di un arco di metallo; e più energiche se l'arco fosse di due metalli. Chiamò *elettricità animale*, che fu poi detta per riconoscenza GALVANISMO, la causa di quel fenomeno. Il VOLTA ne trasse luce che avvenisse in virtù del contatto di sostanze eterogenee, fondandosi sul maggior effetto prodotto dall'arco di due metalli, anzichè da quello semplice di un solo: e perchè si osservò conseguirsi l'effetto anche senz'uopo di metalli, persistette nell'idea dell'eterogeneità, analoga a quella fra il *metallo*, e la *rana*, ovvero fra il *muscolo* e il *nervo* della medesima. Prese anzi due dischi, di *rame* l'uno, di *zinco* l'altro, e munitili di manubrio *isolatore*, recandoli a contatto fra loro, raccoglieva la elettricità eccitata da que' contatti nel piattello del *condensatore*. Poi per escludere ogni idea di pressione o confricamento, saldò insieme due lastre, *zinco* e *rame*: tenendo in mano quella di *zinco*, e toccando coll'altra il piattello *raccoglitore* pur di *rame*, ebbe indizi d'elettricità *negativa*: poi toccando collo *zinco* il *piattello* tenendo in mano la lastra di *rame*, non ebbe verun segno, perchè a stima di lui lo *zinco* era fra due contatti di rame che a vicenda s'elidevano. Che se tra lo *zinco* e il *piattello* interponea un cartoncino bagnato, riapparivano segni d'elettricità, e *positiva*: stabiliva anzi i liquidi, e più le soluzioni saline o acide *condurre* bensì l'*elettrico*, non essere però dotati di molta forza elettromotrice (§ 2495).

[4] Fulmine e parafulmine.

2504. A quel celebre uomo ch'era il FRANKLIN apparve possibile lo esplorare le principali condizioni del disordine che regna nella regione atmosferica in

---

(1) Meritava il GALVANI che fosse appieno riconosciuto quanto la Scienza gli deve. E l'ottenne la mercè della pubblicazione delle *Opere edite ed inedite del prof.* GALVANI fatta in BOLOGNA per cura di quell'Accademia delle Scienze, e del magnifico rapporto fattone alla medesima dal chiarissimo prof. GHERARDI.

tempo di burrasca. Cominciò coll'innalzare una spranga metallica aguzza ed isolata: poi vennegli in capo di lanciare verso le nubi un *cervo volante* armato di punte, e vide divergere le filacce del canape che teneva isolate la mercè di un cordone di seta, e potè trarne scintille, accendere spirito di vino (*alcool*), caricare la bottiglia di **Leida** ecc. Questo faceva nel **1752** intantocchè il **Dalibard** a **Marly-la-Ville** otteneva effetti anco più energici colla spranga di ferro ivi innalzata (1). Dopo ciò, e sull'appoggio anche d'ulteriori studi e sperienze, ritennero i Fisici essere il *fulmine* una energica corrente di elettricismo, o piuttosto due contrarie correnti che slanciansi da nube a nube, o dalle nubi alla Terra. Il lampo ed il tuono differiscono dalla luce e dal rumore della scarica di **Leida** di quanto potenza di Natura supera quella dell'uomo. Al primo fenomeno danno per origine l'urto delle due così dette diverse elettricità attraverso l'aria atmosferica: al secondo il complesso di vibrazioni cagionate dal subitaneo scomporsi e ricomporsi di elettricismo nelle varie parti della massa aerea; o secondo il **Beccaria**, la istantanea rarefazione meccanica, e successiva subitanea condensazione che l'aria subisce nel passaggio della corrente elettrica, lo che ritengo assai più verosimile.

2505. Parafulmine. Una spranga di ferro F (fig. 656) di **55** a **60** millimetri di diametro, e **5** a **10** metri di lunghezza, terminata in punta P ed eretta verticalmente sopra un edificio, comunicante (mercè catene o corde metalliche C di **16** a **20** millimetri di diametro) coll'interno del suolo, confitte in luogo umido, o immerse nell'acqua di un pozzo M, costituisce un *parafulmine*. L'esperienza assegna per misura dello spazio guarentito, un'area circolare di raggio doppio della lunghezza del parafulmine. Perciò i grandi edificii si muniscono di più parafulmini *f* (fig. 657); si collegano tutti tra loro con funi di ferro, e ad ogni paio si applica la sua catena o conduttore come per il parafulmine isolato. L'elettricità soperchia della nube passa sopra l'edifizio, e nella terra si scarica per quella punta; equilibrandosi l'elettrico, mercè quella comunicazione, fra nube e terra, non accade commozione nè esplosione. Se però la nube fosse eccessivamente elettrizzata, potrà ben anche fondere ed infiammare l'estremità del parafulmine scagliandosi con esplosione sul medesimo, ma senza funesta diffusione, perchè la *corrente elettrica* si scaricherà lungo la spranga metallica, lasciando intatti i corpi circostanti, semprecchè non sia interrotta la comunicazione della spranga colla terra, cioè sia intatto il conduttore.

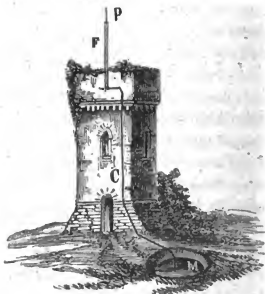
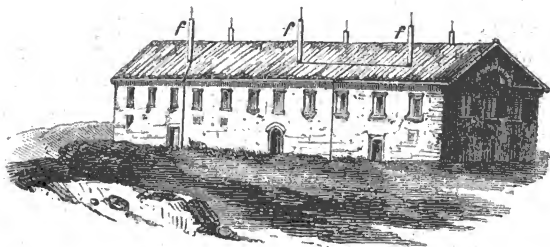



Fig. 656.

P F C M

(1) Il medesimo sperimento costò la vita in quello stesso anno 1752 al **Richmann** di **Pietroburgo**.

Fig. 657.

2506. Una **punta metallica** elevata che comunichi col suolo offre dunque al fulmine innocuo e pacifico passaggio dalle nubi alla terra, e da questa alle nubi, apparecchiato disfogo all'eccesso di elettrico di cui l'uno o l'altra sieno caricate (1).

Meraviglia perciò il GASPARIN sulla generale negghienza di non prevalersene.

Devesi, dic'egli, alla rarezza de' casi?

Aggrava forse il benchè tenue dispendio?

La minore altezza degli edificii rusticali a fronte delle vette degli alberi si tien bastevole per avventura a guarentirli?

Temesi troppo di difetti di costruzione del parafulmine, o di facili rotture ne' fili conduttori?

Sarebbe inutile ribattere queste obbiezioni; è troppo evidente null'altro motivo esistere della universale manchezza di parafulmini, che l'universale infingardaggine.

[5] Grandine e paragrandine.

2507. Questione. Un solo, tenuissimo etere diffuso per tutta la natura, e di cui una parte entra nella costituzione d'ogni corpo nel loro stato normale, assume quel modo di essere costituente l'elettricità. Le sue molecole o enti sono attratti dalla materia de' corpi, entro cui esercitano, pella *impulsione*, un'azione repulsiva bilanciata dall'attrazione fra la materia e il fluido etereo contenuto in ciascun corpo nel suo stato naturale. L'eccesso o difetto di queste forze costi-

(1) La facoltà di *chiamare* il fulmine venne attribuita agli Etruschi da PLINIO. *Hist. mundi*. Lib. II. Cap. 53. *Extat annalium memoria sacris quibusdam et precationibus vel cogi fulmina vel impetrari*. Dunque sarebbero soltanto evocazioni sacre, ma siccome i loro Dii non erano da tanto d'esaudirli, quindi è lecito congbietturare che realmente unissero alle preci qualche ingegno analogo ai parafulmini, se quegli annali non mentivano. Il fatto è pure memorato da TITO LIVIO, Lib. I, Cap. 31. D'altronde è degna di considerazione la loro osservazione sull' origine terrestre dei fulmini che si slanciano dal basso all'alto.

tuirebbe l'elettricità *positiva* o *negativa* (§ 2488) rispondenti ne' fenomeni all'idea delle due elettricità *vitrea* e *resinosa*. L'accumularsi dell'elettrico nella superficie interna della boccia di LEIDA cagionava secondo il FRANKLIN per forza di repulsione, la diminuzione di elettrico nella faccia esterna della boccia. Secondo alcuni, l'ipotesi dei due fluidi risponde ai calcoli matematici nell'analisi dei fatti, l'altra ipotesi mancherebbe di applicazioni sufficienti a confermarla. Ma quello che più impaccia i Fisici, è il fenomeno della grandine; male appongonsi eglino, perciocchè il vogliano dipendente dalla sola elettricità, mentre vi concorrano per avventura anco l'altre forme o manifestazioni della *sostanza eterea?*

2508. Le piante colle loro ramificazioni indefinite, onde presentano tante punte, e pe' loro spini, l'affermò specialmente l'ASTIER (1) deono possedere estesamente le facoltà di attirare l'*elettrico.* Il tessuto vegetale sempre imbevuto d'umidità, spiega secondo il DECANDOLLE perchè il fusto vivente degli alberi conduca al suolo l' elettricità sottratta dall'aria. Si pretende tuttavolta che alcune specie d'alberi, il faggio (*Fagus sylv.*), il platano (*Acer pseudo platanus*) non sieno giammai colpiti dal fulmine: ma questo spiegherebbe una facoltà eminentemente maggiore degli altri (2) per condurre l'*elettrico.* La enorme copia di punte offerte dalla crosta terrestre ove s'ammanta di rigogliosa boscaglia, non vale a stornare il tonamento e rugghiamento de' nugoli procellosi e il riversar di grandine a disastro delle boscaglie medesime.

2509. La **formazione della grandine** spiegavasi dal VOLTA di questo modo. Un vaso di rame A (fig. 658) largo e ad orli poco rilevati comunica col suolo, e contiene piccole palle di sambuco. Copresi con ampia campana C di vetro, fornita di conduttore B con piatto distante 10 a 20 cent. dal fondo. Appena il conduttore è posto in comunicazione colla macchina elettrica, le palle si agitano; poi attirate e respinte salgono, e discendono tra i due conduttori, quasi fossero senza peso (3). Ne' due conduttori A e B ravvisate le nubi cariche di elettricità contraria; ossia nelle quali è sbilancio d'elettrico, quindi passaggio della *sostanza eterea* dall'une all'altre. Veggonsi infatti (quando si sappia osservare) le palle di grandine (ch'io direi volontieri *gragnuoli*) nell'interno de' nugoli animate da movimento circolare, vorticoso: quantunque arrivino

Fig. 658.

(1) *Ann. de la Soc. Lin. de* PARIS, 1825, pag. 566.

(2) L'HORNEMAN in una riunione di naturalisti a BERLINO nel 1830 avvertì che se una quercia trovasi in mezzo ad una selva di faggi, essa sola è colpita dal fulmine.

(3) Questo fenomeno per così dire artificiale creato dal VOLTA, ha una somma importanza, anche senza entrare nella quistione della grandine. La *sostanza eterea* costituita nelle condizioni di manifestarsi colle proprietà dell'imponderabile, cui diciamo elettricità, svolgerebbe in questo fatto evidentemente le proprietà, di *attrazione* colla sostanza materiale, e di sua intima *impulsione.* Nell'obbedire a questa, trascinerebbe con seco per l'*attrazione* quelle pallottole del VOLTA. Perdurando lungamente un corpo organico vivente, in cui per forza della vitalità medesima, quella dose normale d'elettrico dee incessantemente modificarsi in presenza dell'azione continua delle funzioni organiche, permanendo, dissi, un tempo sufficiente a contatto, o anche a poca distanza da un corpo inerte o materiale, questo dee soggiacere alla influenza d'un efflusso d'elettrico tanto

in terra con molta forza, guai a noi se da quell'altezza precipitassero in linea retta verticale, stante la forza d'accelerazione conseguente da tale caduta. Ma più opportuno nel II Libro il discorrere il modo onde la grandine si compone: ora comple solo investigare qual influenza possano offerire, ad oggetto di prevenirne la formazione, gl'ingegni analoghi al *parafulmine*.

2510. Il **Paragrandine** a stima del Bellani è invenzione defunta, perchè da parecchi anni più non se ne parla. Questa ragione mal si regge a fronte delle macchine a vapore la cui prima invenzione rimase lungo tempo senza favore, ed anzi i suoi primi germi (§ 2284) hanno sonnecchiato per secoli. Che sa dire la Fisica agraria al coltivatore le cui fatiche sì di frequente in pochi minuti vengon perdute? Palle di grandine del calibro fino di 2 chilogrammi, che sfondavano i tetti delle case si videro il 15 giugno 1829 a Carosta di Spagna, mentre in altre occasioni cade sì minuta da non eccedere pochi grammi. Potrebbero i *Paragrandini* giovare ad esempio in questi casi di grandine meno voluminosa, e non bastare in que' più gravi? Nel cantone di Vaud, lungo tutta la costa del magnifico *Lemano*, erano armati que' terreni da bella serie di *Paragrandini*. Una grandinata tremenda, quasi per certificarne l'insufficienza, fu il motivo per cui vennero tolti. Ma l'altissime cime che accerchiano quel lago, non manifestavano elleno la meschinità della lunghezza delle punte, comecchè s'elevassero alquanti metri sul suolo? L'illustre Arago consigliava lanciare palloni areostatici di metallo armati di punte, dirigendoli verso le nubi più elettrizzate. La poca possibilità pratica di questo mezzo esclude l'uopo di farne più disteso ragguaglio; al II Libro tornerà in acconcio alcun altro cenno. Ora conveniva investigare il principio fondamentale della quistione (§ 2507), se realmente il desiderato effetto si conseguirebbe quante volte si potesse mettere in atto una comunicazione fra le nubi tempestose e la Terra, placida e innocua, quanto quella che opera il fulmine in un raggio estremamente limitato, a confronto di quello necessario per isperarne un preservativo efficace contro la grandine. Ed egli mi pare che l'Arago sulla questione scientifica abbia pronunciato, coll'affermare che le punte scaricherebbero le nubi della loro elettricità, causa precipua della grandine (1), la quale d'allora in poi non potrebbe più formarsi.

[6] Telegrafia elettrica.

2511. Posciacchè investigati tanti sorprendenti fenomeni dell'*elettrico*, comunque appena di volo tracorsi, è pur mestieri non omettere la meravigliosa

---

più sensibile quanto sarà minore la sua massa rispetto a quella d'uno o più corpi organici da cui quel così detto fenomeno d'*induzione* procede: la differenza enunciata di massa potrebbe esser tale che avesse luogo un trasporto di materia, analogo a quello delle pallottole dianzi mentovate, o a quello rivelato dalla *galvanoplastica*: e non vi sarebbe gran passo per avventura alla esplicazione di non pochi fatti di magnetismo così detto animale.

(1) *Dans la théorie du paragrêlage ce n'est pas l'analogie des moyens qui était absurde, c'est seulement la construction; et il est évident a nos yeux que les paratonnères préviendraient tout aussi bien la grêlé que la foudre.* Raspail. Nouv. syst. de Chimie Organique. Tom. II, pag. 450. Bruxelles 1839.

invenzione del *telegrafo elettrico*. Soluzione di questo problema, che non guari anni addietro sarebbesi considerato come iperbole e paradosso: *Formar segni che si succedano colla rapidità della parola, e trasmetterli a qualsiasi enorme distanza colla rapidità del pensiero* (1). Il lampo, si disse, è una corrente elettrica; dicesi eziandio volgarmente, non esservi velocità maggiore del lampo. E tuttavia l'elettrico propagasi con rapidità più che d'un baleno, quando si trasmetta per mezzo d'un filo metallico conduttore. Non interessa in questi studii parlar dei modi onde il *telegrafo elettrico* si costruisce. Ne basti segnalarne il mirabile ingegno per cui eserciterà influenza di non lieve momento sulle rurali faccende.

2512. In primo luogo lo stabilimento di linee telegrafiche, onde si precorra con avviso importantissimo il sopravvenir di piene nelle fiumare, può dar tempo di accorrere a posti pericolosi, mettere in salvo robe, greggi e persone ecc. In secondo luogo la contemporanea cognizione de' prezzi de' commerci di grani ed altri generi in rimote piazze e porti di mare, recherà somme conseguenze nelle contrattazioni, e nello spaccio de' ricolti. Ma d'altri vincoli e vantaggi che se ne possono attendere, non è da toccare anzi tempo.

2513. Troppo ancora mi resta a dire sull'*elettrico*, ed in ispecie nel II LIBRO sarà d'uopo riassumere questi cenni, fuggevolmente tracciati quanto basta perchè l'agronomo possa farsi alcun concetto dell'agente imponderabile, la cui influenza sulle rustiche faccende d'ogni specie, troverà di frequente manifestissima. Se il DUPETIT-THOUARS fece risiedere nell'*elettrico* la virtù dell'organismo, il soffio della vita vegetale e animale, altri pure non mancò che celebrasse sì altamente questo imponderabile da tenerlo capace a sostituire le lavorazioni e le concimazioni. Esporrò a suo luogo quanta fiducia meriti cotale opinione e dovrò dimostrare com' io la creda esagerata, non però da respingere affatto: conciossiacchè non mi sappia sin d'ora ritenere dallo affermare, che l'agricoltura non conobbe ancora i mezzi pur possibili e pratici di volgere in suo pro le tante odierne scoperte onde non poche fruttuose applicazioni dell'*elettricità naturale e artificiale* deono germogliare.

Art. IV. Del Magnetismo.

2514. La **calamita** da remotissimi tempi fu nota agli antichi. Prendendo un pezzo di minerale di ferro greggio qual sorte dalla miniera, si rotola nella limatura di ferro, e dalla quantità di questa ch'esso s'attacca, e trasporta, sollevandolo si conosce s'è forte o debole calamita. Osservasi poi costantemente nelle calamite *naturali* e *artificiali* attaccarsi preferibilmente la limatura in due

(1) L'uso de' telegrafi è assai antico in Italia: perciocchè, secondo il VARCHI, gli emissarii di COSIMO DE' MEDICI se ne servivano nel 1539: ma oltracciò molte torri, ad esempio anche nel CANAVESE (Piemonte), più antiche assai, veggonsi situate in posti che indicano analogo ufficio.

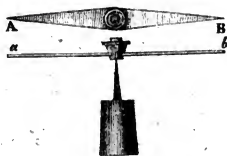
oppositi luoghi: i quali chiamano *poli* della calamita come *a* e *b* nella fig. 659,

Fig. 659

dicendo *linea neutra* a quella *n* e *t*, dove la limatura punto non s'appiccica.

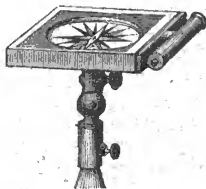
Oltre il **ferro**, e la maggior parte de' corpi *ferruginosi* più o meno magnetici, il *nichelio*, il *cobalto* ed il *cromo* coi loro composti, possono formare *calamite* permanenti. Ma su questo subbietto non occorrono molti studii, per le investigazioni agrologiche. Basti notare che il calore non solo toglie alle calamite naturali e artificiali la loro potenza; ma il ferro riscaldato diviene insensibile alla calamita, cessa di esserne attratto, e diviene come corpo non magnetico.

2515. **La Terra è una calamita.** Un ago calamitato posto sovra un perno mediante un cappelletto di *agata*, fig. 660, perfettamente mobile in senso orizzontale, e quindi ben equilibrato, prende costantemente una determinata direzione. Disviatone, oscilla, e non si mette in riposo finchè quella posizione identica non riassume. Qualunque ago non calamitato si fissa invece in direzione qualsivoglia. Dunque il calamitato subisce una *forza magnetica* che lo ritiene o riconduce in quella immutabile situazione. A prima giunta e' si parrebbe dover conchiudere; dunque la Terra è un globo di ferro, o sì veramente contiene un immenso anello o cerchio di ferro nella direzione cui la piccola calamita, ch'è l'ago, obbedisce. In questo caso il ferro agirebbe egualmente sui due *poli* dell'ago stesso, il quale capovolto potrebbe fermarsi, tanto che il polo A fosse in *b*, e il polo B in *a*. Or questo non si consegue perchè l'ago calamitato, sia poi sospeso a filo di seta senza torsione, o se sottile come ago da cucire nuoti mercè piccola lama di sovero sull'acqua, o comunque infine sia libero, sempre collo stesso polo si rimette precisamente nel medesimo punto. Il fenomeno inoltre si riproduce dovunque, sulle più alte montagne, nelle più profonde miniere, nei continenti, nell'isole e nel mare medesimo: quindi se ne argomenta che il globo terrestre è una calamita.

Fig. 660.

2516. **Polo australe e boreale** diconsi quelli dell'ago anzidetto, e facilmente distinguonsi, perchè l'*australe* volgesi al *Nord*, ed il *boreale* al *Sud*. E tennesi lungo tempo che la direzione dell'ago calamitato rispondesse a capello alla giusta direzione del *Sud* al *Nord*, finchè l'immortale Colombo nel **1492** ne

rimarcò la deviazione. Quindi chiamasi *meridiano magnetico* il piano verticale che passa pe' poli dell'ago orizzontale in perfetto equilibrio; e *declinazione* l'angolo fatto dal *meridiano magnetico*, col *meridiano astronomico* di ciascun luogo. *Declinazione* poi mutevole col volger dei secoli: così a PARIGI era nulla nel 1663: nel 1823 giunse a 22°, 23.

2517. La **bussola agrimensoria**, non è che una semplice scatola contenente quell'ago (fig. 661) dotata di un cerchio graduato, nel cui centro

Fig. 661.

è il fulcro dell'ago medesimo (1). Ma de' suoi usi e vantaggi sarà detto nel II e IV LIBRO.

Art. V. Identità e singularità delle quattro forme della sostanza eterea.

2518. Svolte le nozioni principali per l'agronomo, intorno a *Luce, Calorico Elettricità* e *Magnetismo*, si parrebbe dimostrata l'identità loro, posciachè dai fenomeni rispettivi, comecchè di pochi siasi fatto cenno (per le considerazioni del § 2408) s'è tuttavolta veduto l'intimo collegamento onde quali emanazioni d'una sola sostanza, l'*eterea*, s'hanno a ravvisare. Il concetto dell'esistenza d'un *etere universale*, videsi quanto ab antico dai più celebri filosofi fosse apprezzato. Dai moderni, almeno dalla piupparte, non solamente l'ipotesi dell'*etere* fu general-

(1) Sono notevoli questi versi di GUIDO GUINICELLI da BOLOGNA, stampati dal CONTI *La Bella mano*. PARIGI 1595.

In quelle parti sotto tramontana
Sono li monti della calamita
Che dan virtute all'aere
Di trarre il ferro: ma perchè lontana
Vole di simil pietre havere aita
A farla adoperare
E dirigere l'ago in ver la stella.

Francesco BUTI nel suo Commento di DANTE dice: *hanno li naviganti uno bussolo che nel mezzo è uno perno in sul quale sta una carta leggeri, la quale gira in sul dicto perno e questa punta* ecc. E in altro luogo: *hanno li naviganti una bussola che nel mezzo è impernata* ecc.

mente ammessa, ma da qualche Fisico al segno di stabilire per principio teorico atto a spiegare le leggi generali dell'astronomia, della fisica, e della composizione molecolare, il *solo movimento de' corpi nell'etere*; pel qual movimento si produrrebbe una specie d'aspirazione generale dell'*etere* verso il vuoto occasionato dal loro spostamento (1). Considera l'HUMBOLDT, che la propagazione successiva della luce; che il particolar modo d'indebolimento cui sembra soggiacere la sua intensione; che il mezzo resistente, la di cui presenza è rivelata dalle rivoluzioni di più in più rapide della cometa dell'ENCKE e dalla dispersione delle code gigantesche di numerose comete; ne indicano abbastanza che gli spazi celesti non sono vuoti, ma ripieni d'una materia qualsivoglia (2). Prescrive egli di chiarire bene quale significato si attribuisca al nome onde cotale materia si vuol designare: ed io reputo perciò importantissimo in questi studii agrologici di comprendere esattamente ciò che ho voluto significare col nome di *sostanza eterea*.

2519. La **sostanza eterea**, la cui natura, da quanto s'è fin qui detto, può concepirsi per l'essenza stessa de' quattro fluidi imponderabili sotto cui si manifesta, non vuol essere confusa coll'*etere universale* de' moderni limitatamente al concetto di *materia cosmica*, le cui vibrazioni traversali spiegan sì felicemente nelle speculazioni puramente matematiche, le proprietà della *luce*. Essa oltracciò forma parte integrante della composizione de' corpi, e vi si trova inerente nelle varie proporzioni che informano la qualità e lo stato di essi (3). Ma per urgenza di brevità mi limito a qualche ulterior cenno sull'*identica* essenza degl'imponderabili e sulle *singularità* che li rendono in apparenza sì distinti tra loro.

[1] Identità degl'imponderabili.

2520. L'**identica essenza** della *luce* e del *calorico*, e quella eziandio dell'*elettricità* e del *magnetismo* ognidì più si manifesta: la difficoltà maggiore consisterebbe nel dimostrare quella del *calorico* colla *elettricità* (4). Or noi veggiamo gli stessi mezzi, atti a svolgerli indifferentemente amendue; e con lievis-

---

(1) ..... *nouveau principe théorique ayant pour but d'expliquer les lois générales de l'astronomie et de la physique, et de la combinaison moléculaire sans la supposition d'aucune* force abstraite, *et par le seul effet du mouvement des corps dans le fluide universellement répandu*, dont l'existence aujourd'hui n'est plus douteuse, *dans l'éther*. BOUCHEPORN. *Recherches sur le principe général* ecc. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXVI, pag. 533 (21 Mars 1853).

(2) HUMBOLDT. *Cosmos*. III, pag. 36 (PARIS 1851).

(3) Questo concetto non vuole estendersi totalmente come l'ipotesi d'ARISTOTILE: si dee con esso supporre che la *materia eterea* penetri tutti gli organismi viventi, piante e animali, ma non far risiedere in essa il principio assoluto del calor vitale, e sino il germe dell'essenza spirituale onde l'uomo è dotato di spontaneità.

(4) Il RASPAIL era sì persuaso della identità del calorico colla elettricità, che approvando la costruzione de' paragrandini ove potessero farsi abbastanza elevati e sovra immensa estensione (v. § 2510 in nota) dubita che *si on multipliait trop dans les champs ces appareils..... le remède fût pire que le mal, et que l'on ne maintînt l'atmosphère dans un état de refroidissement peu favorable à la végétation*. Loc. cit., pag. 451.

sime modificazioni si può conseguir l'uno o l'altro (1). Se le scoperte del MELLONI rendono ormai impossibile, per chi sa debitamente considerarle, il disconoscere l'identità statica per così dire della *luce* e del *calorico*, i nuovi fatti tuttodì rivelati dalla scienza di sorgenti ed effetti *termo-elettrici* (§ 2499), le proprietà *elettriche* della fiamma constatate dal BECQUEREL, dal POUILLET, dall'HAUKEL e recentemente dal BUFF (2) e la produzione stessa di forza motrice sia del *calorico* (§ 2475), sia dell'*elettricità* (3) dimostrano oggimai irrecusabile l'affinità intima di questi due imponderabili, per tenerli essi pure siccome forme o maniere d'esistere d'una stessa sostanza, l'*eterea*. Se poi si verificano le conghietture non ancora ammesse dall'ARAGO, sui cambiamenti d'intensione *magnetica* durante la temporanea diminuzione di *luce* prodotta dalle ecclissi solari, diminuzione affermata dal LION anche pe' luoghi in cui l'ecclissi rimangono invisibili: se si confermano l'osservazioni di corrispondenza delle deviazioni dell'ago *magnetico* colle macchie che nella sua rotazione il Sole volge verso la Terra: arroge la variazione annua di declinazione *magnetica* a differenti ore del giorno investigata dal SABINE (4); infine la propagazione della *luce elettrica* nel vuoto Torricelliano rifermata dal MASSON e BREGUET (di cui anco al § 2481): tutti questi fatti ne rassicurano sulla identità della *luce* e dell'*elettrico* (5). Posciachè lo HERSCHELL giudica essere il Sole nello stato di aurora boreale perpetua, e l'HUMBOLDT più volontieri lo vorrebbe considerare come un perpetuo temporale *elettro-magnetico* (6) e i suoi raggi non sono soltanto *caloriferi* e *luminosi*, ma *elettro-magnetici*, egli mi pare conforme alle leggi della Natura (§ 1931) far fondamento sovra un'unica *sostanza eterea*, dotata delle proprietà che ne' quattro imponderabili si manifestano.

2521. **Variazioni di stato.** A simiglianza del doppio stato della *sostanza materiale*, s'è pure accennato quelli della *sostanza eterea* (§ 1954). Ma si può realmente pervenire con dirette sperienze a cangiare il *calorico* in *luce* (7) o

---

(1) *Si, au lieu de frotter légèrement deux lames l'une contre l'autre, on les frappe à coups redoublés, en excitant les frottements latéraux, il ne se produit pas de courant, quoiqu'il y ait plus de chaleur dégagée que dans le premier cas* ecc. BECQUEREL. *Traité de Physique* 1842. Tom. I, pag. 474.

(2) L'INSTITUT (13 Mai 1852) N° 958, pag. 151.

(3) L'impiego dell'elettricità come forza motrice, la cui prima idea per mia stima debbesi, come accennai, al BOTTO e DEL NEGRO, si rivendica ora come propria del DAINA da BERGAMO, il cui concetto non molto comprendibile si accenna nel Tomo XXXVI, pag. 544, dei rendiconti dell'Accademia di Francia.

(4) SOCIETA' REALE DI LONDRA. Sessione del 22 maggio 1851. Le variazioni diurne dell'ago magnetico si trovano osservate da COLOMBO, il quale fu il primo a scoprire le alterazioni della declinazione «....notò che da prima notte le agucchie non restavano per tutta una quarta, et quando aggiornava stavano giustamente con la stella». COLOMBO Ferdin., *historie*, f. 46.

(5) Il MASSON e BREGUET con recenti sperienze riconobbero che l'impossibilità di far passare una corrente di potente apparecchio d'induzione attraverso il vuoto Torricelliano in un tubo lungo 30 centimetri (*Annales de Chimie et de Physique*, 3 *Série*. Tom. XXXI, pag. 145) potea solo ripetersi da tensione insufficiente d'elettricità.

(6) HUMBOLDT. *Cosmos*. Tom. III, pag. 40 (PARIS 1851).

(7) In PLINIO rinvengonsi molti germi delle più recenti scoperte, tra i quali lo sviluppo dell'elettrico mediante il calore (Hist. Mundi. Lib. XXXVII. Cap. 7. *Ex eodem genere* ecc.). Nota eziandio la diversa *conducibilità* calorifica dell'acqua dolce e dell'acqua di mare (*Ibid.* Lib. II. Cap. 103. *Maximas aquas* ecc.). La scintilla elettrica (*Ibid.* Lib. XXXVII. Cap. 2. *Philemon ait flammam ab electro reddi).*

questa in *elettrico* ecc. o viceversa? Il GOODMAN durante quattro mesi (cominciando dal 14 Novenbre 1850) osservò gli effetti prodotti sopra il *galvanometro* esposto ai raggi del Sole. La conchiusione per lui dedotta dalle deviazioni osservate ne' suoi sperimenti, è questa (1): non esistere cioè in natura che *una forza unica universale*, modificata da condizioni fortuite e svariate, alle quali è soggetta, ma la cui essenza e carattere sono in tutti i tempi invariabilmente i medesimi. Dopo dimostrata sommamente probabile l'*identità* de' quattro imponderabili, discende parimenti verisimile il passaggio di questi quattro stati per così dire della *sostanza eterea*, o piuttosto di due: conciossiacchè, il ripeto, troppi fatti argomentano quasi impossibile l'esistenza di *luce* disaccompagnata da *calorico*, e quella di *magnetismo* senza *elettricità*, o viceversa. Se v'hanno altri fatti moltissimi in cui ci appaia sviluppo di *calorico* senza *luce*, o di *elettricità* senza *magnetismo*, oltre i vari riflessi esternati in proposito, si può aggiugnere che anco il mercurio sembrava irreducibile a solidità, prima di saper produrre l'abbassamento di temperatura da ciò; e molti gas ristanno ancora ribelli a qualunque cimento per ridurli a liquidità, mentre soltanto da poco tempo si pervenne a vincere lo stato di solidità di parecchi corpi. Or bene: quest'eccezioni non tolgono di considerarli forniti della capacità di cambiare stato, proprietà di tutta la *sostanza materiale*: e la stessa ragione dee valere per la *sostanza eterea*.

[2] Singularità degl'imponderabili.

2522. Le **manifestazioni** diverse che offre la *sostanza eterea* secondo i diversi stati che assume, ossia secondo l'*imponderabile* che ne rivela la presenza, altre sono realmente apprezzabili col solo uso de' sensi, altre invece col sussidio de' mezzi scoperti dall'umano ingegno. Quindi le *singularità* del *calorico* riescono in gran parte manifeste per effetti sensibili, come quelle della *luce* vengono avvertite dall'organo della vista. Tuttavia senza il *termometro* non sapremmo apprezzare molte volte alcuni fenomeni *calorifici*, nella stessa guisa che senza il *prisma* non sarebbesi appresa la scomposizione, in raggi elementari, della *luce*. La ricerca delle *singularità*, onde distinguonsi tra loro gl'*imponderabili*, interessa l'agronomo soltanto nello scopo di riconoscere da quale sorgente abbia origine un fenomeno fisiologico, o patologico, affine di trarne governo pel successo delle sue cure alle piante ed agli animali; e sotto quest' unico aspetto è debito porgerne almeno un cenno.

2523. La **luce** ha *singularità* troppo evidenti per distinguerla dagli altri imponderabili. Non ha guari alla Società Astronomica di LONDRA comunicava le sue idee IAMES NASMITH sulla origine della luce Solare. La funzione principale del Sole sarebbe di servire come agente per condurre allo stato di *viva esistenza* l'elemento illuminante o lucifero, sparso nelle regioni infinite dello spazio. L'elemento *fosgenico* (ossia la *sostanza eterea*) acquisterebbe l'*esistenza visibile* per un'azione dell'*orbe solare*, il quale non sarebbe perciò esso la vera

(1) Società Reale di Londra. Sess. 22 maggio 1851.

sorgente della *luce*, ma soltanto, per così dire, il di lei *vivificatore*. Ma siccome la luce solare è accompagnata da produzione di *calore*, quindi questa *vivificazione* dee operarsi per due modi. Del che ora non dirò più oltre (§ **2408**); sì bene farò rilevare come la BOTANICA porga sussidio alla FISICA per apprezzare la *singularità* della *luce*, in quanto alla facoltà di produrre effetti distinti da quelli del *calorico*. Coltivando vegetabili in luogo perfettamente oscuro, il loro sviluppo è tutt'altro che se questo luogo venga illuminato, conservando lo stesso grado di temperatura. Fenomeno che verrò meglio discutendo a suo luogo, mentre in altri, occorrendo tener parola de' mezzi atti a produzione di luce artificiale, s'investigherà perchè col miscuglio di ossigeno e d'idrogeno si ottenga una pallida fiamma benchè il suo calore giunga a fondere il quarzo e il rubino: ma dirigendo quella fiamma sovra materia che non ne venga intaccata, qual sarebbe la calce, si produca luce così intensa che l'occhio non regga a sopportarla.

2524. Tra le *singularità della luce* noti pur questa l'agronomo che riguarda le di lei attenenze coll'*elettrico*, o più specialmente l'influenza del colore. Nel **1774** il fulmine uccise un bue a SWANBOROW di pelo rosso macchiato di bianco, un altro d'egual pelame era stato similmente colpito due anni prima. Un cavallo leardo, pomellato, rimase fulminato a GLYND nel **1775**. Ora ne' cadaveri di questi animali, le macchie bianche più non conservavano un pelo, mentre nel resto del corpo i peli rimasero affatto aderenti (1). Trattandosi di animali di specie diverse, non si può il fenomeno attribuire a specialità del pelo delle macchie bianche, con supposta diversità da quello delle altre porzioni di pelle; ma per lo meno deesi sospettare nel colore bianco una influenza sull'*elettrico*, non ancora velata dai Fisici.

2525. Il **calorico** produce tali e tanti fenomeni, che non pochi Fisici veggono sì estrema divergenza tra il suo modo d'agire, e quello della *luce*, da escludere ogni idea d'*identità* fra i due imponderabili. Altro però è affermare che siano una cosa sola, ed altro, secondo l'esternata ipotesi, che consistano in due diverse maniere di essere d'una medesima sostanza.

Nella scomposizione del legno svolgesi *luce*: invece la *decomposizione di un corpo composto, sviluppa altrettanto freddo quanto è il calore prodotto dalla combinazione de'suoi elementi*. Ma questa proposizione del WOODS (2) può solo esaminarsi nel Capitolo della CHIMICA AGRARIA. La mutazione di stato che subisce la *sostanza materiale* in forza del *calorico* è per avventura la *singularità* più caratteristica che lo distingue dalla *luce*: mentre lo distingue dall'*elettrico* la fuggevolezza degli effetti di questo. Conciossiacchè veggasi l'elettricità indurre mutazioni di stato ne' corpi, fondere metalli ecc. ad esempio; ma nel medesimo istante ritornano allo stato dovuto alla temperatura, onde i metalli quasi nell'atto stesso che vengono fusi dal fulmine, si rappigliano tostamente (avvegnacchè disformati) nello stato di solidità. Col *calorico* si saldano ad esempio i metalli, ma il fenomeno è assai diverso da quello recatoci dall'elet-

(1) ANNUAIRE *pour l'an* 1838 *par le* Bur. des Longit., pag. 496.
(2) INSTITUT N° 945, pag. 47 (Vedi § 2172, nota 1).

trico, così ad esempio, nelle dorature galvaniche (1). Riflessi, in apparenza superflui per l'agronomo e in realtà occorrevoli in appresso d'importanti applicazioni (2).

2526. L'**elettrico** possiede a petto del *calorico* una inestimabile velocità di propagazione, quindi una sorprendente prontezza nello svolgimento de' suoi effetti. Non è raro vedere in un istante diseccare tutte le foglie di annosa quercia colpita dal fulmine. Altra speciale considerazione merita la differenza d'attitudine ne' diversi corpi, di subire l'azione della elettricità. E non si può accertare che questa sia facoltà de' corpi medesimi, o piuttosto d'una speciale condizione dell'*elettrico*. L'ARAGO fa menzione di folgori senza lampo, e di altre non accompagnate dal solito strepito, fenomeni sì aggiustatamente descritti da LUCREZIO (3); e segnalò sin dal 1838 (4) un fatto singolarissimo quando avvertiva esistere folgori o meteore fulminanti che appaiono indifferenti pe' conduttori metallici cui gli ordinarii fulmini sogliono seguire con tanta fedeltà. Ecco perciò come qualche volta le folgori sfuggono l'azione de' *parafulmini*; e non ha guari ne accadde un caso in PARIGI, illustrato dal BABINET (5). Onde apprendesi perchè poi i villanzoni sogghignando riguardino per inutili i *parafulmini*, benchè per fortuna cotali folgori, che la scienza chiama *globulari*, sieno rarissimi. L'agronomo, guidato dalla FISICA AGRARIA, comprenderà eziandio la necessità di non fornire i *pagliai*, ossia *biche*, di pali acuminati: di evitare in tempo di procella la vicinanza de' metalli, ed anche dei cammini, perchè la fuligine di cui è incrostata la canna è quanto i metalli preferita dall'*elettrico*. Nel V e VI LIBRO riassumerò l'argomento della influenza dell'*elettricità* sullo sviluppo degli esseri organici.

2527. L'**applicazione** diretta dell'*elettricità artificiale* all'agricoltura fu cimentata dal FORSTER, dal WEEKES e da qualch'altro, specialmente in ISCOZIA. Con titolo abbastanza ampolloso, cioè come *scoperta di grande utilità* fu annunciata in un giornale inglese del 1846, e ne diedi conto (6) in quell'epoca.

---

(1) Dopo le prime indicazioni della doratura elettrica dovute al BRUGNATELLI (§ 2485, nota 1), com'io feci rilevare anco nel FELSINEO, anno II, 1842, pag. 358, non se n'ebbe ancora un'applicazione fisiologica, di cui sarà detto nel V LIBRO.

(2) Altra *singolarità del calorico* per analoga ragione avrei debito di notare, ma ognuno può da sè rilevarla. Ad esempio, si è sperimentato che condensando aria in un vaso, e facendola sortire per lungo e stretto cannello, essa forma un getto: se in mezzo a questo tengasi una palla di vetro piena d'acqua, agghiacciasi il liquido venendogli involato il calorico dall'aria in quello che passandole attorno racquista la sua normale rarefazione. Altro fatto ci offre la natura organica nelle funzioni della traspirazione, la quale solleva gli animali a sangue caldo dall'eccesso di *calorico* che per qualunque causa venisse a prodursi nel loro interno, oltre la dose normale. Il *calore* che s'ingenera coll'uso smodato de' liquori spiritosi trae pur sorgente dal fatto che mescolando acqua ed alcool, si condensano, cioè la mescolanza è più densa che ciascuno di essi liquidi preso separatamente.

(3) T. LUCRETII CARI. *De rerum natura*. Dal v. 107 in avanti il Libro VI presenta una magnifica descrizione delle meteore. Riguardo a quelle senza lampo e senza strepito così si esprime:

.... tum sine tetro
Terrore, et sonitu, fulgit, nulloque tumulto ecc.

(4) ANNUAIRE *pour l'an* 1838 *par le Bur. des Longit.*, pag. 258.

(5) BABINET. *Sur un cas de foudre globulaire*. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences (5 Juill. 1852). Tom. XXXV, pag. 1.

(6) FELSINEO. Anno VI, pag. 20.

Il CRESCIMBENI, dopo memorati i meravigliosi effetti dell'imponderabile, da cui l'origine delle più stupende meteore, del pari che delle più recondite metamorfosi della materia, ricordate le proposte del BELTRAMI, dell'ORIOLI e del TIRELLI sulla istituzione di *paragrandini* e *parabrusoni*, conchiudeva:

1° che la migliore e più sicura maniera di elettrizzare i nostri campi sia quella di lavorarli a dovere, e concimarli opportunamente;

2° che i pali e fili di ferro alla fin fine non importerebbero una spesa tanto piccola;

3° che sarebbe desiderabile ripetere in grande la sperienza de' *paragrandini* (1).

Di poi in altro discorso il CRESCIMBENI sullodato investigò sottilmente le questioni fisiologiche vegetali, propugnò la ragionevolezza di « contemplare la « vita vegetativa come il prodotto delle forze fisiche, e specialmente delle elet- « triche, e la concimazione de' terreni quale attivazione dell'elettrotismo, ossia « della forza elettro-motrice delle piante » (2). Le quali due considerazioni formano la base di una *Nuova Teoria di Fisiologia Vegetale fondata sull'elettricità*, pubblicata in Inglese da anonimo autore, e dipoi voltata in Italiano dal VEGEZZI-RUSCALLA. Il quale dichiarava però avere intrapresa cotale traduzione *senza consentire nel sistema dell'Autore*, ma per invogliare gl'Italiani ad intraprendere sperienze capaci di dimostrare quale sia l'azione della elettricità nelle operazioni agrarie (3). Per quanto adunque, in ispecie nell'ultimo citato opuscolo, rinvengasi d'esagerato e d' impratichevole circa al valersi di quella *singularità* dell'elettrico di rendersi pieghevole ai desiderii dell'uomo, smettendo quasi la sua impetuosa e formidabile indole: per quanto, dissi, debba l'agronomo riguardarsi da magnificamenti di scoperte e promissioni, tuttavia ne' LIBRI successivi si terrà conto di quella particolare azione favorevole che possa sperarsi coll'applicazione anco della *elettricità artificiale*, risultando incontrovertibile la *singularità* della sua influenza, diversa da quella della *luce* e del *calorico*. E ne tratterò ne' rispettivi luoghi con quella sobrietà che, rifuggendo gli estremi, può sola condurre l'agronomo nella via di sperimenti vantaggiosi. La *telegrafia*, la *galvanoplastica* (tra non molto fors'anche la *locomozione*) hanno recato nuovi e portentosi servigi ai commerci, all'industrie, alle manifatture, alle arti. Perchè l'agricoltura non tenterà essa pure di trarre alcun profitto dall'*elettrico*?

2528. Del **magnetismo**, se n'eccettui l'ovvio e notissimo fenomeno della calamita, niun'altra *singularità* mi ricorre alla mente siccome degna di speciale nota per l'agronomo, il quale all'uopo rammenterà la *singularità* del magnetismo osservata già dal PORTA (4), di propagare l'azione sua a distanze attraverso tutti i corpi, eccettuato il ferro e, come s'è scoperto di poi, qualche altro metallo.

---

(1) *Intorno alla elettricità applicata all'Agricoltura.* NOTA letta alla CONFERENZA AGRARIA di CASTELSANGIORGIO. V. FELSINEO. Anno VI, pag. 36.

(2) *Ibidem.*, pag. 117.

(3) *Nuova Teoria di Fisiologia vegetale fondata sull'elettricità* ecc., traduzione dall' inglese di GIOVENALE VEGEZZI-RUSCALLA. Torino 1849.

(4) Il 7° Libro della *Magia Naturalis* del PORTA è un trattato di Magnetismo: determinazioni di poli e loro proprietà principali: trasmissione per contatto: declinazione dell'ago calamitato secondo i paesi, e notata allora per l'Italia di 9 gradi verso l'Oriente.

SEZIONE IV.

Sostanza organica.

2529. **Due gravissime proposizioni** ho avventurate in questi studi le quali deon reggere il criterio dell'agronomo nel comprendimento de' più stupendi fenomeni naturali che l'arte sua gli porge campo di promuovere tutto giorno. Differenza radicale di *sostanza*, e differenza di *forma*, ecco per mia stima le due proposizioni fondamentali onde vorrei si reggesse ogni investigazione su qualunque subbietto *organico* ed *inorganico*. Vero è che se tra queste due grandi classi esistessero simiglianze di forme, esse non potrebbero considerarsi per simiglianze di stato. Le speculazioni del BRAME concederebbero allo solfo uno stato otricellare, una forma curvilinea quale reputo appartenere solo a corpi o parti di corpi di *sostanza organica*. Ma quegli otricelli minerali m'appaiono dimostrare che le molecole tenuissime dello solfo, ponno attorno a molecole di altra sostanza, o natura avvolgersi, e formare come inviluppi; non si può ancora sentenziare che non sieno composti da molecole di forma poliedrica. Nè dovendo più oltre intrattenermi di questa quistione, la quale avrebbe certo valore se si generalizzasse per molti altri elementi di *sostanza materiale* (1), senza dubbio è poi indimostrato quel passaggio, o anello tra i corpi organici ed inorganici veduto dal BRAME nell'analogia esterna de' suoi globuli di solfo cogli otricelli vegetali, e nella rassomiglianza di quegli inviluppi a' tessuti animali. Le *dèudriti* pure si tennero per vegetali, e varie *millepori* indussero naturalisti in abbaglio. Io credo che l'importante scoperta del BRAME sia lo avere rivelato uno stato intermedio tra quello di *vapore* e quello di *fusione* (2) e precederebbe la *cristallizzazione*; ma che null'abbia che fare colle proprietà ed essenze della *sostanza organica*.

2530. Un **fluido biotico**, quale fu concepito dall'ORIOLI (§ 2014) sarebbe una modificazione della *sostanza eterea*, di cui quella minima quantità o *atomo etereo* che chiamai ENTE (§ 1934) diverrebbe l'*atomo organico*, ossia MONADE (§ 1936). Considerando solo *fisicamente* l'invariabile separazione che scorgiamo tra i fenomeni organici e gl'inorganici (3), comunque possa comodare la moderna teorica del morfologismo, cotale identità di sostanza non l'ho per sostenibile. Non è vegetazione, non è vita, ove non è calore: dunque non è *so-*

---

(1) Il BRAME ha ottenuto de' *globuli* o *vesicole* (oltre lo solfo) dal *fosforo*, dall'*iodio*, dalla *canfora* ecc.

(2) RAPPORT *sur six Mémoires* de M. BRAME ecc. La disposition utriculaire est donc un état particulier que les corps prennent dans de certaines conditions: il serait *intermédiaire entre l'état de vapeur et l'état de fusion, il précéderait l'état cristallin qui en serait la conséquence*. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXVI, pag. 468.

(3) Non replico le considerazioni sulla VITA esposte ne' § 40 e 41, e quelle sulla MORFOLOGIA (§ 42), sperando che il lettore benevolo rammemori quanto contiene il CAPITOLO III, senza citarne ad ogni istante i §§.

tanza organica dove non è l'*eterea*; conchiusione giustissima quando non trascorre pretendendo che perciò amendue le sostanze sieno una sola. Altrimenti constando eziandio non poter sussistere vita o vegetazione dove non è materia s'avrebbe a conchiudere che vita e materia sieno tutt'uno. Altro è ritenere che la Natura nulla operi di superfluo, o d'inutile, che la sua semplicità sia eguale alla sua mirabile provvidenza; altro riconoscere l'indefinita varietà di cui fa pompa nella magnifica opera della creazione. I Chimici pretendono ridurre a meschinissimo numero i corpi semplici: ma questi, compresi gli stessi metalli, seguiranno la sorte dei pianeti, il numero de' quali ha durato per secoli e secoli così minimo, ed oggimai se ne scopre ogni anno alcuno de' nuovi (1). Si conoscevano quattro o sei mila piante diverse; tra poco i Botanici le porteranno a 150 mila; negli animali, il solo EHRENBERG ha scoperto una popolazione maggiore di quella ch'era nota pochi secoli addietro.

2531. La **forza vitale** è dessa *una incognita causa che impedisce gli elementi d'obbedire alle loro affinità primitive*, come suona la definizione datane dall'HUMBOLDT? (2) Questo grande naturalista s'è dipoi rifermato ognor più nell'opposito convincimento, non ammettendo più per forza vitale, quanto reputa essere per avventura unico effetto dell'azione simultanea di sostanze particolari da lungo tempo note, e di forze fisiche. Ed egli chiama VIVENTE *qualsivoglia sostanza le cui parti arbitrariamente separate cangiano dopo la loro disgiunzione di stato molecolare sotto la influenza di esterne condizioni permanenti* (3). Più esplicitamente, in altro luogo, di questo modo s'esprime. « La descrizione fisica del mondo dee ricordare che tutti i materiali di cui si compone la costruttura degli esseri viventi si rinvengono nella inorganica scorza del globo terrestre. Essa dee mostrare i vegetabili e gli animali soggetti alle stesse forze che reggono i corpi bruti, e additare nelle combinazioni o decomposizioni della materia l'azione dei medesimi agenti, i quali danno ai tessuti organici le loro forme e proprietà: soltanto queste forze agiscono allora sotto condizioni poco note, che si designano in modo vago per fenomeni vitali, e che sonosi aggruppate sistematicamente dietro analogie più o meno fortunate (4) ». Con questa esclusione della *forza vitale*, esclusione dallo SCHLEIDEN propugnata (5), dal DUBOIS-REYMOND (6), per

---

(1) Gli è verissimo che anche con soli dieci o dodici corpi semplici, combinandoli a due, a tre, a quattro ecc., o sull'esempio dato colle lettere dell'alfabeto (§ 879) si possono fare composti, di numero incalcolabile. Ma gli è altresì vero che i corpi organici offrono tale varietà d'elementi, che i Chimici hanno dovuto rassegnarsi a riconoscerne uno quasi peculiare di ciascun corpo, se pure hanno valore tutti que' termini di *aglilo, anilina, butirrati, cantaridina, caprilo, creatina, elicina, indigotina, inulina, isatina, lichenina, narcotina, nicotina, oleina, orceina, populina, salicina, veratrina* ecc. ecc.

(2) *Animata atque organica ea potissimum corpora appellamus quae, licet in novas mutari formas perpetuo tendant, vi interna quadam continentur, quominus priscam sibique insitam formam relinquant. Vim internam, quae chymicae affinitatis vincula solvit, atque obstat quominus elementa corporum libere coniugantur, vitalem vocamus.* Aphoris. ex doctr. Physiol. chim. Plant. HUMBOLDT. *Flora Fribergensis* subterranea 1793, pag. 133-136.

(3) HUMBOLDT. *Tableaux de la Nature*. PARIS 1851. Tom. II, pag. 271.

(4) COSMOS. Milan 1846. Prem. partie, pag. 291.

(5) SCHLEIDEN. *Botanik als inductive Wissenschaff*. Tom. I, e nell'ultime Lezioni *La pianta e la sua vita. Trattato popolare*. 4 Ediz. LIPSIA 1852.

(6) DUBOIS-REYMOND. *Sur l'électricité animale*. Tom. I.

tacere d'altri, noi ci ridurremmo a quella morta veduta (§ 67) dei chimici, ed è perciò che in questa Sezione io mi proponea di conghietturare i limiti delle *forze fisiche* nella creazione, conservazione, e moltiplicazione degli esseri organici, secondo quel concetto (§ **1954** ecc.) che mi pare il meno ipotetico ed esclusivo.

• Senonchè il dovere di brevità (§ **2408**) mi strigne a rimettermi a quanto esternai in proposito nel Capitolo III e nella Sezione I[a] del presente, confidando di argomentare anco viemmaggiormente la mia ipotesi nel V e VI Libro. Riassumo adunque più esplicitamente le mie idee sull'essenza, per così dire, dell'organismo nell'aspetto puramente fisico, o meglio nella sua relazione cogli agenti fisici.

2532. Gli **enti** o atomi della *sostanza eterea* hanno per carattere principale, in virtù della insita loro *impulsione*, la necessità di affluire da un punto all'altro, ove esista differenza o *disequilibrio* dell' impulsione medesima, sia per virtù d'attrazione rispettiva con atomi e molecole dell'altre *sostanze*, sia per maggiore o minore adunamento della *sostanza eterea* medesima. *Disequilibrio* di calore, *disequilibrio* di luce, o di elettrico, manifestano tosto quegli efflussi che diciamo *correnti* con termine fisico. Non quindi maraviglievole se nelle funzioni organiche vi ha sempre sviluppo d'elettricismo, perchè negli organi viventi procede incessantemente un lavoro di scomposizione e ricomposizione per conseguire gli effetti del *crescimento*, della *conservazione*, della *moltiplicazione* ecc. Nella funzione organica dell'*assorbimento* negli animali viventi, il Baxter trova nella membrana mucosa dell'intestino l'elettricità *negativa*, nel chilo la *positiva*: vuol dire che havvi dose d'elettrico in quel liquido diversa dalla dose ch'è in quel tessuto. Il tessuto musculare e il sangue venoso manifestano diverso stato elettrico per analoga ragione. La *corrente* riconosciuta nel tessuto nervoso dai Pacinotti, Matteucci, Reymond, ecc. lo stato elettrico del cervello riscontrato diverso di quello dei muscoli o del sangue della jugulare: gl' indizi di *correnti* ottenuti dal Becquerel e dal Wartmann, esplorando parti diverse di vegetabili; quelle più recentemente scoperte del Baxter (1) esistenti tra le foglie e le radici delle piante nell'atto della vegetazione, sono tutti fatti che l'agronomo dee apprezzare, riguardando la *sostanza eterea* concorrente eziandio come elemento indispensabile ne' fenomeni o lavori organici dell'*assimilazione*, della *nutrizione* ecc. Ma non cada nell'equivoco di credere ch'esista sempre una *corrente* perchè il fisico la scopre giovandosi dell'*arco* così detto *eccitatore* con cui stabilisce la comunicazione tra due organi diversamente *dosati* di *sostanza eterea*. Se avete due eguali botti vicine, l'una piena del tutto e l'altra solo per metà: se con un sifone, adoperando come i cantinieri, *pompate* il vino della botte piena, potrete stabilire una *corrente* di vino da una botte all'altra finchè non s'è livellato colle due superficie, le quali dianzi se ne stavano tranquillissime. È paragonar grossamente: ma non poche volte i fisici trovano *correnti* di questo genere, le quali esistono, soltanto però finchè intervengono essi a promuoverle.

2533. Monadi. Se si volesse riguardare anche unicamente alle scoperte dell'Ehrenberg, le quali non sono induzioni, ma dirette osservazioni di fatto,

---

(1) Soc. Reale di Londra. Sess. 9. Decembre 1852. V. Institut. 4 Mai 1853.

il solo mondo degl'infinitamente piccoli, il mondo microscopico ne svela tal numero di forme e di condizioni degli esseri organici diffusi per tutta la Terra (non esclusi gli stessi ghiacci delle contrade polari) che l'immaginazione è soverchiata dall'immensa fecondità della Natura nella creazione di sì prodigioso numero di tipi. Ma gli è ancor più difficile comprendere l'esilissima tenuità cui può giugnere l'organismo. I più piccoli infusori (*le monadine*) il cui diametro si contiene mille e cinquecento volte nella lunghezza di un millimetro, formano strati viventi di molti metri di spessore, sotto il suolo delle contrade umide (1). Chi può farsi concetto dell'estrema *minimezza* che deono avere i germi elementari, e riproduttivi di piante e animali, de' quali nel loro sviluppo perfetto occorrono le migliaia e migliaia per eguagliare il volume della capoccia d'uno spillo ? Quindi:

I° non può risguardarsi per inverisimile che le MONADI (§ 1935) cioè atomi della *sostanza organica*, sfuggano ai nostri sensi ed a qualsiasi nostro mezzo d'investigazione come avviene pegli ENTI (§ 1934) o atomi della *sostanza eterea*.

II° non ripugna alle nozioni scientifiche naturali, il supporre diffuso alla superficie del nostro pianeta (compreso il suo inviluppo atmosferico) quasi direi un etere di *monadi*, le quali rappresentano la generazione organica passata, presente e avvenire.

III° non è contronnaturale che le *monadi* stesse contengano in se medesime il germe onde assumono quella specialità e individualità che distingue le indefinite varietà di esseri organici: ma per semplicità maggiore non è forzata ipotesi lo ammettere che elementarmente e primitivamente eguali nella loro originaria semplicità, secondo le condizioni in cui si trovano, compiano lo sviluppo modificato a quelle condizioni medesime: tra le quali potrebbe essere principale la presenza, o influenza delle altre già sviluppate secondo un peculiar modo di evoluzione.

IV° Di quella guisa che gli agenti fisici eccitano, promuovono, e sostengono o talora offendono, infermano o spengono lo sviluppo de' germi organici, del pari agiscono sulle monadi, che sono, acciocchè il dica, i germi de' germi medesimi, l'embrione delle cellole primitive.

2534. Le **forze fisiche**, o se vogliasi anco le *chimiche*, eserciterebbero di questo modo un' azione rilevantissima, e quanto basta sia per soddisfare le idee de' materialisti saviamente e sagacemente temperate: sia per correggere l'opposito eccesso di coloro i quali affatto escludono il concorso delle forze medesime. D'altra parte si concilierebbero le contraddittorie idee risguardanti il *morfologismo* e l'ipotesi della *serie*, non che le gravissime dissidenze intorno la *spontanea generazione*. Lo che troppo a lungo mi condurrebbe per argomentarlo cogli stessi fatti più noti e accertati della *Storia naturale*; ma ne toccherò pur di breve, perchè il concetto risulti per l'agronomo chiaro e definito, siccome richiede l'importanza delle applicazioni agrologiche ed agronomiche, che ad ogni passo n'emergeranno.

---

(1) HUMBOLDT. *Cosmos*. MILAN 1846. Prem. partie, pag. 295.

2535. La **immaterialità**, se mi si conceda l'espressione, della Natura organica ci si dimostra da un aspetto generale della divina fattura della creazione. Quando, senza ipotesi seduttrici, l'uomo contempla con larga veduta il globo terrestre, è colpito dalla osservazione singolare della differenza delle forme *organiche* le quali cambiano secondo le varie zone della Terra, mentre le forme geologiche, quelle della sua *massa inerte* si trovano ripetute sotto qualunque geografica latitudine. La natura *organica* imprime in ciascun luogo un carattere che l'HUMBOLDT chiama impronta fisionomica particolare. *L'inorganica* dall'equatore ai poli si ripete colle stesse roccie, come se si attirassero o respingessero per gruppi. Ne' viaggi scientifici, nuove specie di piante e d'animali vengono ogni giorno ad accrescere, ad inricchire la Storia naturale. Ora sono forme *organiche* le quali si connettono a tipi da lunga stagione conosciuti, e spesso presentano colla loro perfezione primordiale, l'ordito regolare di frequente in apparenza interrotto, delle specie viventi: ora produzioni isolate, forse avanzi di razze estinte, o membri sconosciuti di gruppi non ancora discoperti (1). Ma la crosta terrestre nelle sue parti costituenti, nel giacimento, ed alternare delle diverse masse, conserva una uniformità sorprendente.

2536. La **immutabilità** è adunque la qualità intrinseca delle *sostanze materiale* e dell'*eterea*.

La **migliorabilità** (si passi il vocabolo), la qualità intrinseca della *sostanza organica*.

Che se poi volgiamo un sol pensiero all'uomo, anzi unicamente al coltivatore, noi il veggiamo nella tribù selvaggia senza agricoltura: dipoi s'appiglia a custodire, a governare l'armento e s'associa in tribù nomade, vagante col suo gregge, finchè comincia a gettare sul suolo alcuni semi, confidandoli a un terreno appena sbucciato che abbandona tosto che il vegga spossato, e reso inetto a rifornire, senza sussidio, nuove produzioni. Ma non rileva fare la storia dell'agricoltura per argomentare la natura perfettibile del capo della schiera degli esseri organici, ch'è l'uomo. Si comprende abbastanza la differenza enorme segnalata dalla *mutabilità*, *variabilità*, e *progressione* della Natura organica a petto dell'*immobilità* della inorganica. *Immobilità* considerata in questo luogo nel significato di costante ripetizione de' medesimi effetti e fenomeni; intantochè poi quella *mutabilità* ravvisata negli sviluppi dell'organismo, non vuolsi intendere sì compiuta da tramutare ad esempio (nè per salti nè per gradi) un' ape in un bue, e molto meno un fungo in un cavallo (2).

---

(1) DE HUMBOLDT. *Sur la structure et l'activité des volcans*. TABLEAUX DE LA NATURE. PARIS 1851. Tom. II, pag. 222 e 223.

(2) Il MOIGNO (nel *Cosmos*. Revue encyclopédique hebdomadaire *ecc.*) riferisce la *transformation successive et complète d'une herbe sauvage si inutile qu'elle n'a pas même reçu de nom vulgaire, l'*aegilops ovata , *en* FROMENT *de la plus excellente qualité*. Questa trasformazione sarebbe stata eseguita dal FABRE a poco a poco, cioè dal 1838 al 1850: seminando sempre grani della pianticella ogni anno più perfezionati. Ma l'egilope, che d'altronde ha nomi volgari, è tra le graminacee più prossime al frumento, e lo attestano i suoi stessi nomi volgari di *grano selvatico*, *grano delle formiche*, *Cerere*, *gramigna da mescolo ecc*. Tal esperienza del FABRE già fatta da altri è assai diversa dalla trasmutazione d'una specie vegetale in un'altra, e nel V LIBRO si dimostrerà ch'essa non basta a provare che il frumento provenga dall'*egilope*, come avverte saviamente il BARRAL. *Journ. d'Agric. pratique*. 5 Avril 1853, pag. 303.

2537. La **serie degli esseri**, l'insensibile passaggio graduato delle forme inferiori della *materia* alle più elevate, salendo dagli oggetti elementari inorganici agli esseri vegetali, e da questi agli animati, ascendendo dall'essere infimo al più perfetto, è concetto antichissimo, e singolarmente da ARISTOTILE vagheggiato (§ 113 ecc.). L'*unità* della Natura potrebbe di certa guisa rappresentarsi come un piano inclinato che s'immagini composto d'infinite contigue linee parallele normali alla linea di pendenza. Ma dichiarai a bastante le ragioni, onde la distinzione delle varie classi di esseri, soprattutto tra gli organici e gl'inorganici, vuol essere mantenuta; e le osservazioni recate al § 2535 non mi paiono di lieve momento per argomentarlo. Ad offerire volgarissima idea del mio opinamento, ammetto ad esempio tutte le modificazioni possibili per avere una ciliegia eziandio non più grossa d'un grano di miglio, ovvero madornale quanto un arancio: ma se vorrete che un tronco di melo vi produca una pera, converrà sempre che l'innesto vi rechi la gemma, e in quella gemma esista la *monade* che può solo divenir pero. Cospicue modificazioni, deviazioni d'organico procedimento, produzioni abortive, mostruose, possono indurre ad ipotesi di morfologismo, o metamorfosi esagerate. Ma conviene riguardare ai veri caratteri costituenti l'*idiosincrasia*, ed allora, il ripeto, non si potrà disconoscere (§ 2433) nella *forza vitale* la ragione essenziale de' fenomeni dell'organismo vivente.

2538. **Generazione spontanea.** Da secoli i BABILONESI distinguevano nelle palme i maschi dalle femmine (1), e praticavano una specie di *caprificazione* perchè fruttassero; operazione di cui si dirà nel V LIBRO, ed usasi tuttora in Oriente (2). Del diverso sesso delle piante parla di frequente TEOFRASTO (3) ed in ispecie del *polline* de' palmizi maschi (4). Ma troppo dilungherei se volessi citare, CLAUDIANO (5), il CESALPINO, il ZALUZIANTKY, il MILLINGTON, il CAMERANUS, e tanti (6) che anteriormente al LINNEO riconobbero l'esistenza del diverso sesso nelle piante, ch'è quanto dire l'insussistenza della generazione spontanea: insussistenza sì lucidamente dimostrata dal REDI e dallo SPALLANZANI, della quale non m'intratterrò di presente oltre le generali indicazioni offerte nel III° CAPITOLO. L'ipotesi delle MONADI, com'io la comprendo, soddisfa eziandio al supposito che un'unica cellola possa di per sè svolgersi in un perfetto individuo organico, d'onde nascerebbe il caso della generazione che chiamano *assessuale* (7). Nella stessa guisa che una talea, un pezzo di ramo con-

---

(1) ERODOTO. *Hist.* Liber I. § 193.

(2) KÆMPFER. *Amoen. exot.*, pag. 696.

(3) È singolare che TEOFRASTO chiamasse maschi le piante che portano il frutto, come si suole volgarmente anche oggidì rispetto alla canapa: *Fructiferarum aliae mares, aliae foeminae*: così egli *De Hist. Plantar.* Lib. II. Cap. 8, pag. 42. LUGDUNI MDLII.

(4) TEOFRASTO avverte esplicitamente: *Fructum autem perdurare in palma foemina numquam posse, nisi* florem maris cum pulvere *super eam concupierint.* De Causis Plant. Lib. III. Cap. 23, pag. 295. *Ediz. cit.*

(5) CLAUDIANO: *Vivunt in Venerem frondes, arborque vicissim*
Felix arbor amat: nutant ad mutua palmae
Foedera: populeo suspirat populus ictu ecc.

(6) PLINIO nella sua *Hist. Mundi* espressamente afferma: *Dari in plantis veneris intellectum, maresque afflatu quodam et pulvere etiam foeminas maritare.*

(7) MEDICI prof. MICHELE. Risposta ad una lettera del Dott. SECONDO BERRUTI. VENEZIA 1843, pag. 37.

ficcato nel terreno, può convertirsi in una pianta simile a quella da cui venne distaccato (1), di pari modo una *monade* può incontrandosi nelle condizioni da ciò, dare origine a una pianta o animale d'ordine più o meno inferiore. Ed ecco, senz'uopo d'altre parole, chiarito di qual maniera possiamo concepire la produzione di esseri organici in circostanze nelle quali ci appare solo la presenza di agenti o forze fisiche. Ma nel V e VI Libro meglio s'avviserà la convenevolezza della dichiarata ipotesi che spiega il misterioso fenomeno della contemporanea comparsa d'innumerevoli migliaia di esseri, i quali ad esempio tutti in una volta si sviluppano a carico, e in danno d'altri già in piena esistenza, non dirò su territorii o province, ma sovra intere parti del mondo.

2539. L'influenza delle forze fisiche può indurre modificazioni rilevantissime, e ad esempio alcune piante in certe regioni sono annue ed in altre perdurano vivaci, o da erbacee fannosi arboree, come accade del *ricino*. Quindi l'arte dell'agronomo istruito, dell'ortolano, del giardiniere, onde procacciarsi produzioni modificate ai suoi desiderii. Se la scienza pervenne ad insegnare coll'apparecchio del Daguerre a fissare immagini delle cose create; ovvero colla *luce elettrica* ad emulare lo splendore del Sole; o a vincere col vapore la velocità degli uragani; essa insegnò pure al coltivatore di ridurre le forme, il temperamento, e la forza degli animali, quasi mutandole ad arbitrio; di modificare le forme, il volume, il sapore di varii vegetabili; e di promuovere la moltiplicazione di esseri utili coll'artificiale fecondazione, come avviene per le palme, pei fichi ecc. tra i vegetabili, e pei pesci in ispecie tra gli animali. E quello poi in cui giova mirabilmente l'arte dell'uomo guidata dalla intelligenza, si è il temperare l'influenza degli agenti fisici, e riparare sovente ai danni che possono aver recato all'organismo.

2540. Scambio degli effetti nelle cause. L'esistenza e diffusione della *sostanza organica*, offre la spiegazione di moltissime vicende avversanti l'agricoltura, nelle quali spesso si riguardano come cause gli effetti o viceversa, e quindi si perde il filo nel procacciare di combatterle o prevenirle. Quando tratterò delle nozioni di *nosologia vegetale* necessarie all'agronomo, si rileverà che d'altro modo non si può spiegare la causa delle malattie, quali per esempio la *ruggine*, il *grano sprone*, la *golpe* pe' cereali d'ordinaria coltivazione, il *brusone*, e il *carolo* pel riso, la *necrosi* delle fave e dei pomi di terra, l'*oidio* delle viti, ed altrettali dov'entrano produzioni di parassiti vegetali o animali. Lo stesso avverrà di riscontrare ne' contagi ed epizoozie, di cui al VI Libro la Zoologia agraria dovrà tener conto. Ogni essere è immerso in questo spazio pieno di atomi *organici* ed *inorganici*: e dove trovano le condizioni opportune, mentre gli ultimi si compongono in quegli aggregati chimici cui le condizioni medesime favoreggiano, i primi, cioè gli *organici*, non si atteggiano a quelle inerti modificazioni, ma seguono le leggi fisiche e fisiologiche presiedenti la formazione di cellole organiche. Le quali secondo la diversa natura seguono i loro diversi modi di esistenza e di moltiplicazione, per risolversi da ultimo in nuovi *atomi* primordiali, o vuoi *proteici*, che rientrano nell'indefinita massa dell'etere organico uni-

---

(1) *In gemmis et bulbis plantarum formarum primitivarum intima adest congeries* ecc. Len-hossek. Physiol. medic. Pestini 1818. Vol. I, pag. 15.

versale. Il frumento, il riso, la fava, il pomo di terra, la vite, il baco da seta, la pecora, il bue, che vivono sani senza punto essere colpiti nè da *ruggine*, nè da *golpe*, nè da *brusone*, nè da *necrosi*, nè da *epimiceti*, nè da *oidio* (1), nè da *calcino*, nè da *epatiche*, nè da altri infesti parassiti, non per questo è da credere che non vivano in mezzo agli elementi per così dire rudimentarii de' germi malefici. Questi li circondano più o meno costantemente, ma non possono investirli quando quelli non si trovano nelle condizioni opportune, indispensabili, alla evoluzione o svolgimento di cotali esseri che solo della loro vita possono vivere.

2541. Risoluzione delle monadi. Le forze fisiche, la presenza della *sostanza materiale*, l'azione incessante dell'*eterea*, esercitano adunque essenziale influenza nell'organismo, ossia nello sviluppo delle monadi dallo stato inerte al vivente. Del pari possono sopravvincerne la potenza vitale e ridurle dallo stato vivente allo inerte. Conchiuderemo noi che la *monade* che divenne bue, quando questo s'estingue, nel risolvimento della macchina organica, ritorni nel serbatoio terrestre o atmosferico per ridivenire bue un'altra volta se s'incontra di nuovo in condizioni favorevoli alla sua rivivificazione? Oh noi non la sfoggieremo da pitagorici; chè ne condurrebbe a troppo sottili e travagliose quistioni: posta però la riserva espressa al § 2019, tornerebbe dimostrare fino a qual limite possa applicarsi alla *sostanza organica* quanto si propugnò, nel § 2057, della *materiale*: ma per gli studi agrologici sarebbe gettar tempo e parole il dirne oltre.

2542. Conclusione. La FISICA AGRARIA, secondo appare dal limitato sviluppo dato alle diverse nozioni epilogate nel presente CAPITOLO, compresa secondo la profferita ipotesi, darà la chiave per interpetrare con agevolezza e semplicità tutti i naturali fenomeni che interessano l'agricoltore. Nel CAPITOLO XI la GEOLOGIA AGRARIA ne offrirà la generica idea della COSMOGENIA, ossia di quel cenno di GEOGNOSIA indispensabile per l'intelligenza della SCIENZA

---

(1) Rispondono a capello in questo luogo le seguenti parole del prof. MORETTI...... « Noi veggiamo che questi esseri viventi microscopici attaccano le medesime cereali « quando sono situate in date coltivazioni e non in altre, in alcuni anni ed in altri no; « parecchie specie sono offese quando trovansi in istato di troppa vigoria, ed altre invece nello stato opposto di debolezza; per lo che siamo condotti a pensare che le « parti dei vegetabili sulle quali s'impiantano le speciali crittogame che le infestano « divengano esse stesse in circostanze particolari ora di coltivazione, ora di condizioni « atmosferiche, ora d'altra causa, il veicolo o la matrice atta allo sviluppo di quelle; « e quindi le crittogame non essere la precipua causa del morbo, bensì l'effetto d'un « particolare stato nosologico delle piante sulle quali si sviluppano. Verrebbe pure in « appoggio a questa nostra credenza il fatto da noi osservato, che nel decorso dell'anno « p. p. l'*Oidium Tuckeri* non ha attaccato soltanto le viti, ma ha invaso eziandio le « foglie del terassaco, della cicoria, e quelle di parecchie altre piante ortensi » e più innanzi conchiude «Non doversi ritenere che la crittogama (*Oidium*) rinvenuta sul- « l'uve guaste per un suo propagarsi indefinitamente da un primo germe, ammali essa « primitivamente le viti e lor dipendenze, in guisa che invadendo come a modo conta- « gioso, possa metter timore che ne sia progressivamente ogni anno più compromesso « il raccolto dell'uve; — ma ben piuttosto doversi credere che una eventuale costitu- « zione atmosferica prodotta da circostanze meteorologiche straordinarie (come appunto « accadde nell'anno scorso) atteggi per così dire le viti e l'uve in un dato modo di « essere nosologico, il quale serva di opportuna condizione al posarvisi, svilupparvisi « e propagarvisi della mucedine, che così cresciuta e moltiplicata viva a tutte spese « della vite, e i suoi prodotti riducendosi infruttuosi. Mucedine i cui germi o spore « probabilmente aggirantisi in ogni tempo nell'aria vanno perduti senza o con poco ef- « fetto ogniqualvolta non si verifichi, o si verifichi in piccolo spazio la detta condizione « necessaria per la loro vita ».

AGROLOGICA. Ritornando col pensiero al concetto specificato nell'ARTICOLO II della I^a SEZIONE (§ 1945 al 1958), riconsiderando le successive esplicazioni offerte sulle sostanze *materiale*, *eterea* ed *organica*, il leggitore benevolo riassuma il poco che potei solo scarsamente ed affrettatamente, per manchezza di dottrina e di tempo esternare, coordinando i fenomeni naturali all'unico supposito di esseri infinitamente piccoli di dimensione, ed infinitamente abbondanti per numero, con natura e proprietà di ATOMI o elementi della *sostanza materiale*, di ENTI o elementi della *sostanza eterea*, infine di MONADI o elementi della *sostanza organica*. L'ATTRAZIONE (o impulsione verso un centro) regge e governa gli ATOMI: l'IMPULSIONE (o attrazione verso lo spazio) regge e governa gli ENTI: la VITALITA' (o impulsione risiedente nel centro della monade) regge e governa le MONADI.

CAPITOLO VIII

MECCANICA AGRARIA.

SOMMARIO. — ART. I. Generalità. — II. Studio delle macchine in equilibrio. — III. Studio delle macchine in moto. — IV. Studio speciale degli attriti. — V. Studio de' motori.

2543. Gli **antichi** non disconobbero l'importanza delle meccaniche, qual fondamento di tutte l'arti e discipline: ma specialmente vi si segnalarono gli Italiani. Probabilmente deesi agli ETRUSCHI l'invenzione delle vôlte: gli antichi monumenti dell'Egitto e della Grecia non offrono esempi di vôlte architettoniche, mentre nell'Etruria si fabbricò la vôlta della più antica delle porte di VOLTERRA. Dagli ETRUSCHI i primi Romani appresero a costruire la *Cloaca massima* (1), e tante mirabili opere idrauliche. Sembra eziandio che primo di tutti applicasse ARCHITA la geometria alla meccanica (2) nella quale ARCHIMEDE giunse a tanto, che il LAGRANGE giudicò a lui doversi la meccanica dell'antichità (3). Da quanto narra DIODORO, inventò la macchina per dirigere l'acque del *Nilo* sui terreni cui non potea giugnere la sua benefica innondazione, oltre l'altre descritte da PLUTARCO e POLIBIO, colle quali segnalò la difesa di SIRACUSA (4).

(1) LIBRI. *Hist. des Mathém.* T. I, pag. 25.
(2) « Del suo valore in questa parte di matematica diede egli un' illustre pruova col « lavoro di una colomba di legno formata per modo che imitava il volo delle vere « colombe ». TIRABOSCHI. *St. della Lett. Ital.* Tom. I, pag. 50. VENEZIA 1795.
(3) LA GRANGE. *Mécanique analit.* Tom. I, pag. 2.
(4) I due ingegnosissimi trattati *de Aequiponderantibus*, e *De iis quae vehuntur in fluido* dimostrano quanto giustamente anche il MONTUCLA chiamasse ARCHIMEDE il creatore della meccanica. Che sino gli Egiziani si valessero de' suoi insegnamenti, lo attesta DIODORO specialmente in questo passo: *Facile eam* (terram) *rigant machina quadam ab* Archimede *syracusio inventa, quae a forma cochleae nomen habet.* Lib. I, pag. 40. AMSTELOD. 1746. L'arte sua di lanciare dai cantieri le navi costruite in mare è a lungo descritta da ATENEO, e tradotta dal MAZZUCHELLI nella vita di ARCHIMEDE, pag. 43 ecc.

2544. Chiunque voglia formar concetto della meravigliosa perizia degli antichi Italiani nelle meccaniche, ha solo da por mente agli edifizi, alle fontane, agli obelischi dell'antica Capitale del mondo. Ma non proseguirò in questa rassegna non essenziale all'argomento che ho preso a trattare. Nasce però la questione se giunsero ad eccellere del pari nella meccanica degli strumenti rurali. Delle macchine militari aveano singolar cura, perciocchè veggiamo a tempi d'AUGUSTO, chiamato VITRUVIO alla direzione delle medesime: ma rispetto agli attrezzi campereccì riassumerò la ricerca nel parlar dei medesimi. Che se sulla scorta anche del parere esternato nell'aurea dissertazione del mio egregio maestro prof. CONTRI sull'aratro descritto da VIRGILIO (1) non ci appariranno molto innanzi in questa parte i vecchi maestri dell'arte rurale, nell'odierno tempo invece l'applicazione della meccanica fu spinta così oltre da pretendere di conseguire colle sole macchine la risoluzione di problemi, cui la macchina umana, vale a dire il braccio guidato dalla intelligenza, è indispensabile. Quindi poi mentre alcune riuscirono con evidente successo, altre servono d'inutilissimo ingombro di gabinetti e musei agronomici, dopo avere esercitata la pazienza, e consumato il tempo e danaro di chi sperò trarne partito. Per la qual cosa rendesi evidente quanto importi all'agronomo di conoscere i principali cardini della MECCANICA AGRARIA.

2545. Eccoci adunque ad un altro ramo di scienza: e queste ISTITUZIONI oltre il pregiudizio della mia insufficienza, saranno pur colpabili di far troppa scienza? Per verità la teorica in agricoltura è un male, quante volte male se ne comprendono i principii: ma, convien pur ripeterlo, che altro è la scienza se non la cognizione e razionale apprendimento dei fatti? essa procura indagarne la cagione e questa in realtà sempre risolvesi in un altro fatto: il suo fine è derivare dal noto l'ignoto, e non è una invenzione del genio, un parto d'immaginazione. I suoi precetti non muovono dall'arbitrario concepimento di un ingegno elevato quanto si voglia: più lo scienziato è meritevole d'un tal nome, più l'ha reso tale il maggior numero di fatti ch'egli conosce, e il maggior accorgimento nel saperli coordinare tra loro, distinguendo a quali debbasi il nome d'effetti, a quali di cause. La lunga carriera da percorrere nelle presenti ISTITUZIONI, ci offrirà centinaia di problemi di Meccanica pratica. Come sapremo distinguere la miglior forma d'un aratro? come il men fatichevole modo d'aggiogar bovi, o attaccare cavalli? come la differenza di forza occorrevole per solcare un terreno sciolto ovvero un argilloso? oppure quella di solcarlo profondo 25 a 30 centimetri, anzichè graffiarlo a 12 o 15, quanto d'ordinario si suole? di qual modo calcolare il valor vero d'un lavoro eseguito coll'aratro oppur colla vanga? (2) Avvisi dunque l'agronomo, con solerte animo e tollerante, le brevi noterelle cui ora fo passo, anzichè presumerle disutili e intempestive. Esse farannogli facoltà per giudicare

(1) *Nam etsi veteres in re agraria labore compendio industria excelluerint, in instrumentis tamen perficiendis valde profecisse non constat.* De aratro a VIRGILIO descripto. BONONIAE MDCCCLI.

(2) Nella fiducia di esimersi dalle nozioni fondamentali della scienza agrologica incolgono alcuni scrittori, in ispecie d'oltremonte, in estimazioni pratiche da indurre gli agricoltori in dannosissimi equivoci. La mancanza di principii scientifici nuoce alla risoluzione de' problemi pratici, il cui enunciato perciò manca di tutti i dati inerenti ai medesimi. Così veggiamo talora il lavoro dell'aratro confrontato con quello della vanga sul

di quegli organismi meccanici co' quali sollevasi tanta parte di fatica agli animali, ed affrancasi l'uomo dal lavoro cui le forze da Natura fornite alla *sostanza materiale ed all'eterea* ponno bastare.

2546. **Statica** e **dinamica** è la più comune distinzione per la MECCANICA: imperciocchè lo scopo di questa scienza è lo studio delle leggi onde si governano l'*equilibrio*, o il *movimento* de' corpi. Ne discende la necessità di conoscere le forze per cui i corpi organici ed inorganici possono agire gli uni sugli altri, e di qual modo maggiormente convenga applicarle pel loro più utile sviluppo ed effetto. Ponendo mente al diverso stato dei corpi, allorchè riguardasi all'*equilibrio* dei soli solidi, la *meccanica* dicesi *statica*, chiamandosi *idrostatica* ove s'avvisi a liquidi o aeriformi: similmente la *dinamica* considera il *movimento* dei solidi, l'*idrodinamica* quello de' fluidi. Non è di quest'OPERA la Meccanica detta *razionale* od *analitica*, la quale considera corpi, macchine, e sistemi qualunque di meccanismo, facendo astrazione dal loro peso, elasticità, e più o meno perfetta sodezza o fluidità; basterà lo studio superficiale dei suoi principii fondamentali contemplati nell'applicazione materiale che costituisce la MECCANICA *pratica*. Agognando sempre di riuscire men prolisso e noievole ch'io mi possa, senza mancare allo sviluppo di nozioni deliberato e promesso nel PRODROMO, non istimo convenevole trasandare alcun che sulle due condizioni in Meccanica rilevantissime, voglio dire la considerazione degli attriti, e la diversa natura dei motori più comunemente in uso nell'arte rurale.

2547. **Ordinamento.** Epilogo adunque le principali nozioni di MECCANICA, limitandomi a brevi cenni che riferisco issofatto alle macchine nel modo che segue:

ART. I. **Generalità.**
» II. **Studio di macchine in equilibrio.**
» III. **Studio di macchine in movimento.**
» IV. **Studio speciale degli attriti.**
» V. **Studio generico dei motori.**

Quanto riguarda liquidi ed aeriformi, ossia l'*idrostatica*, l'*idrodinamica* e l'*aereodinamica*, è riservato al III LIBRO contenente l'IDROLOGIA AGRARIA.

Art. I. Generalità.

2548. **Equilibrio e movimento.** Troppo evidente di per sè ciò che intendasi per *equilibrio*, richiamerò solo il riflesso intorno alla *tendenza* di cui

---

semplice calcolo del dispendio di danaro e di tempo che ciascun lavoro richiede: e trovano che 10 ettari

arati importano	30 giornate e	150 lire di spesa,
vangati »	400 »	400 »
differenza	370 giornate e	250 lire: maggior consumo dell'aratro.

Lasciando stare l'inesattezza della estimazione della giornata dell'operaio, manca la base principale di confronto per l'essenziale differenza nella natura del lavoro eseguito dalla vanga a petto di quello fatto dall'aratro: i successivi lavori di erpice e zappa che richieggonsi dopo l'aratura, e non occorrono pel terreno vangato ecc. ecc.

dissi al § 1965. Facendo seguito a quanto s'espresse pe' §§ 1969 al 1974 comple avvertire che la nozione esatta del *moto* consta dal conoscere la *linea* che il corpo in movimento percorre, e il tempo che v'impiega. Da ciò la distinzione di moto *rettilineo, o curvilineo*; la quale deriva dal fare astrazione dalle dimensioni del corpo, e considerarlo come condensato in un solo de' suoi punti: laonde raffigurando col pensiero la successione delle diverse posizioni occupate da quel corpo, s'avrà una successione di punti costituenti una linea (§ 997). Questa linea che dicesi la *traiettoria* sarà *retta* o *curva*, onde l'accennata distinzione. La linea *curva* potendo avere infinite forme (§ 1000), ad esempio essere un *circolo*, una *parabola* ecc., il *moto* assume nome di *circolare, parabolico* ecc.

2549. **Moto uniforme e vario**. Quando si considera il tempo totale impiegato a percorrere una data linea, si ha soltanto la misura della velocità (§ 1975) di quel dato corpo in movimento. Ma se si osserva quanta strada abbia percorso nella sua *traiettoria* durante un minuto secondo, poi quella durante un altro minuto secondo e via dicendo, e la lunghezza delle linee percorse in eguali tempi risulti eguale, il moto chiamasi *uniforme*: nel contrario caso, *moto vario*.

2550. **Movimento di rotazione**, è quello d'una macina da mulino, della mola dell'arrotino, delle carrucole, di tutti i corpi in somma che ruotano attorno ad un asse fisso. Ciascun loro punto descrive circonferenze di cerchi in piani paralleli tra loro (§ 1615) e perpendicolari all'asse di rotazione: cerchi tanto maggiori quanto più i punti sono lontani dall'asse. La macina ABC (fig. 662) gira attorno il perno o asse R P; il punto A si trasporta ad esempio in B. Conducendo da questi punti una AP perpendicolare al centro di quel perno od asse, questa perpendicolare, quando A è giunto in B, sarà la BP; ossia farà successivamente durante il moto di quel punto A, differenti angoli colla sua posizione primitiva: laonde in B l'angolo sarà APB. Nello stesso tempo tutti i punti che sono in questa perpendicolare AP, come *a*, si trasporteranno nelle posizioni successive di essa, ed *a* si recherà in *b*. Per l'avvertenza mentovata, A correrà assai più veloce di *a*, ma tanto la perpendicolare AP, che un *a*P, descrivono un angolo eguale, e questo esprime quella che chiamasi *velocità angolare*. Se poi il punto A nel giugnere da B in C nella stessa unità di tempo descrive un arco rispondente ad un angolo eguale a quel primo APB, cioè sieno $APB = BPC$, dicesi che quel moto circolare è *uniforme* (§ 2549).

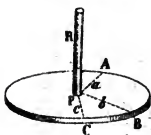



Fig. 662.

2551. **Moto continuo e alternativo**. Negli orologi, l'*indice, lancetta* o *saetta* de' minuti, quanto quella dell'ore, camminano sempre da destra a sinistra; esse han perciò un *moto continuo*. L'*aratro* che fatto un solco retrocede per farne un altro, ha un *moto alternativo*, come la *spuola* del tessitore. Nel primo caso il moto è *curvilineo*, o, come s'è detto, circolare, e può essere *permanente*: nel secondo è *rettilineo*, ma di certa guisa *intermittente* se non è unito il tratto, per così dire, di *andata* con quello di *ritorno* da altro piccolo tratto *curvilineo* quale appunto descrive l'aratro giunto a capo del solco per ricominciarne un altro. Il *moto* poi delle *lancette* è perfettamente *rotatorio* senza essere *progressivo*. Questo invece avviene manifesto nelle ruote de' carri: esse si avanzano lungo la

strada intantochè girano attorno al proprio asse o *sala*. La Terra, ad esempio, con moto *continuo e progressivo* percorre una specie di circolo ossia orbita attorno al Sole, e v' impiega un anno, mentre ogni giorno eseguisce una rotazione compiuta intorno al proprio asse.

2552. Della **inerzia** si discorse al § 1964, delle **forze** al 1940; e parimenti del moto **composto** e delle **forze parallele**, della **risultante** loro (§ 1974) e così della **forza centrifuga** (§ 1976): ed a quanto n' ho detto è mestieri (§ 2408) starsi contenti.

Art. II. Studio di macchine in equilibrio.

2553. Una **macchina** è un congegno quale che siasi, per ottenere *equilibrio*, o *movimento* di corpi, ovvero di parti loro. Generalmente le riguardano solo come destinate a produzione di movimento, ma dopo quanto dissi sulla tendenza (§ 1965) e sull'inerzia (§ 1966) mi par chiaro a sufficienza l'estendere la diffinizione delle macchine anche all'unico scopo di conseguire l'*equilibrio*. Qualunque ingegno capace di trasmettere l'azione d'ùna forza che dicesi *potenza* ad un'altra che chiamasi *resistenza*, costituisce un meccanismo *semplice* o *composto*, che poi ha nome di macchina *semplice* o *composta*. Delle quali non è ora da intrattenersi se non in quanto deonci con materiale applicazione le più ovvie leggi meccaniche rivelare. Singolar pregio della scienza medesima, di fondarsi sopra pochi e certi principii. Infatti le macchine *semplici* tutte riduconsi alla leva: le *composte* sono variate combinazioni delle *semplici*. D'onde nasce la facoltà di considerare una macchina, per quantunque complicata, siccome un corpo frapposto a due o più forze per conseguire l'efficacia di quelle rappresentanti la *potenza*, su quelle che formano la *resistenza*.

2554. L'equilibrio ha luogo nelle macchine allorchè la *potenza* eguaglia la *resistenza*, perciò la Meccanica non considera in quel caso che l'intensione delle forze la cui azione è mutuamente equilibrata.

2555. Il **movimento** risulta allorchè la potenza, e la resistenza non si elidono tra loro: perciò la Meccanica, oltre l'intensione delle forze, dee tener conto del cammino che ciascuna di esse ha da percorrere.

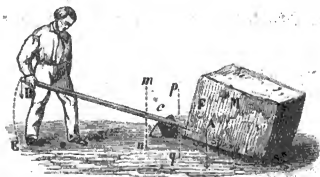
2556. Altro è sostener un peso, altro sollevarlo: l'effetto della forza applicata a sostenerlo è *semplice* ed ha per misura il peso cui fa equilibrio: quello della forza impiegata per elevarlo è *composto*, e la sua misura dipende non solo dal peso del corpo, ma dall'altezza eziandio cui si vuol innalzare, onde rilevasi moltiplicando il peso per l'altezza medesima. S'avvisi bene a cotesta differenza, conciossiachè ne consegue non potersi variare la forza per fare equilibrio a data resistenza: invece per produrre il movimento si può scemare la forza purchè aumenti il tempo e viceversa. Parlando poi dell'*attrito*, rileveremo il fatto egualmente importantissimo che pel caso d'*equilibrio* esso favorisce la *potenza*; pel caso invece del *movimento*, aumenta l'azione della *resistenza*.

Lo studio cui procedo si limita a considerare alcune macchine in istato di equilibrio; facciasi però astrazione dall'uso cui sono destinate o ponno anco

servire le medesime, cioè di produrre movimento: ora le riguardo come ferme, in quello stato di quiete o riposo in cui permangono i corpi finchè le forze che li sollecitano al moto, mutuamente si distruggono.

[1] Della leva.

2557. **Principio fondamentale** della STATICA. L'uomo B (fig. 663)

Fig. 663.

per sollevare un peso M con una rigida spranga AB che poggia sopra lo spigolo d'un appoggio *c*, ne viene a capo premendo l'estremità B. Questa spranga è una *leva*, e noi la veggiamo nella figura in azione ma immobile nell'atto in cui da uno estremo A è premuta dal peso del corpo M, e dall'altro B da uno sforzo applicatovi per impedire al corpo stesso di ricadere. Rappresentiamo cotali due forze con due parallele (§ **1974**); la loro risultante dovrà passare pel punto fisso detto *fulcro* o *ipomoclio c*, altrimenti se passasse per *mn*, o *rq*, dovrebbe la leva girare attorno il *fulcro* discendendo da quella parte, e quindi sollevando l'altra. Per ciò che si dimostrò della risultante, affinchè soddisfi a tale condizione di passare pel punto *c*, le distanze A*c* e B*c*, che diconsi *bracci* di leva, dovranno essere di lunghezza inversamente proporzionale alle forze medesime; o quanto dire, queste dovranno essere in ragione inversa di quelle lunghezze. Dunque se la *resistenza* che oppone M ad essere sollevato si rappresenti dalla lunghezza B*c*, la *potenza* o vuoi lo sforzo dell'uomo sarà eguale ad A*c*. Ed è già notissimo che quanto più lungo sarà il *braccio* B*c* in proporzione dell' altro *c*A tanto maggiore sarà il peso M che la forza dell'uomo potrà sollevare. Principio fondamentale di MECCANICA (**1**) scoperto da ARCHIMEDE e sì sagacemente da lui compreso che promettea di sollevare il mondo, purchè gli dessero una *leva* coll'*ipomoclio* (**2**).

---

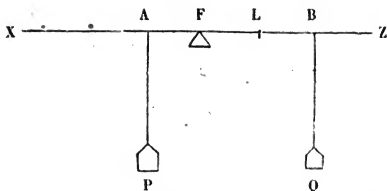
(1) Considerando due sole forze P e Q, chiamando *a* e *b* i rispettivi *bracci di leva* per l'equilibrio, dee risultare $aP = bQ$
e i due membri dell'equazione sono i *momenti* di ciascuna forza per far girare la leva attorno al fulcro. Da tale equazione si ottiene (CAP. V)

$$P : Q :: b : a$$

proporzione semplicissima a cui riducesi tutta quanta la *Statica*.

(2) *Da ubi consistam, coelum, terramque movebo.*

2558. Altra **dimostrazione** fornitaci da GALILEO (1) si deriva riguardando alla figura 664. La leva XZ è divisa per metà in punto dal *fulcro* F, e

Fig. 664

caricata di qua e di là di pesi tutti eguali, ed egualissimamente distribuiti. Si affisi il punto L e tutti i pesi distribuiti tra X ed L si compongano in un solo rappresentato da P, sospeso da A punto di mezzo della lunghezza XL. Del pari s'aggruppino tutti i pesi rimasti tra L e Z in un solo Q, sospendendolo da B, punto di mezzo della lunghezza L Z. Que' diseguali pesi si equilibreranno egualmente, ed avremo, perchè sono discosti dal *fulcro*, per lunghezze inversamente proporzionali, cioè

$$P : Q :: XL : LZ$$

Or quali sono i valori di XL ed LZ?

Per la condizione cui s' è soddisfatto nel sospendere i pesi P e Q dee essere

il *braccio* più lungo $XL = XZ - LZ$ ossia $XL = 2FX - 2BZ = 2BF$
» più corto $LZ = XZ - LX$ ossia $LZ = 2FX - 2AX = 2AF$

perciò nella *proporzione* superiore, porremo

$$P : Q :: XL : LZ :: 2BF : 2AF :: BF : AF.$$

2559. Tre **specie di leve** hannosi, secondochè *fulcro*, *potenza* e *resistenza* sono disposti nell'ordine seguente:

1ª **specie**: *potenza*, fulcro, *resistenza*: tanaglie, cesoie, altalena, stadera e simili;

2ª **specie**: *potenza*, *resistenza*, fulcro: remi, spranghe per sollevar pesi puntando un estremo contro terra ecc.;

3ª **specie**: resistenza, *potenza*, fulcro: molle, pedali degli arrotini ecc., ed in ispecie meravigliosamente preferita dalla Natura nella struttura del corpo umano.

2560. **Leva ad angolo.** La spranga non sia dritta, ma piegata, o in linea spezzata ACB (fig. 665) alle cui estremità s'applicano, normalmente alle due *braccia di leva*, le forze M ed N. L'effetto sarà lo stesso come se invece del

(1) GALILEO. Opere, V. III, pag. 65.

braccio BC se n' avesse uno d'egual lunghezza CB′ cui fosse applicata un'egual forza O normale alla nuova linea di quel *braccio*. Ma se le forze non sieno per-

Fig. 665.

pendicolari come F e G (fig. 666) rispetto ai bracci di *leva* BC ed AC, conviene

Fig. 666.

imaginare condotte delle perpendicolari dal *fulcro* o punto d'appoggio C, alle direzioni delle due forze, considerandole come se vi fossero applicate: e le lunghezze di esse perpendicolari dovranno essere in ragione inversa delle forze perchè vi abbia equilibrio. I veri *bracci di leva* alle cui estremità sono applicate le forze, sono rappresentati dalle perpendicolari (come B′C ed A′C) calate dal punto d'appoggio sulla direzione delle forze medesime.

2561. Quando il punto d'appoggio, anzichè tra le due forze, trovasi da un capo della spranga, cioè nelle leve di *secondo e terzo genere* (§ 2559), esse forze deono agire in senso opposto come H ed I nella figura 667 dove l'ap-

Fig. 667.

poggio C è da un estremo. La *carretta* G (fig. 668) ne offre esempio, essendo l'appoggio nel perno P, la forza G o peso della carretta agente verticalmente, e la forza U pur verticale, ma in senso contrario.

Fig. 668.

[2] Pressioni dei punti d'appoggio.

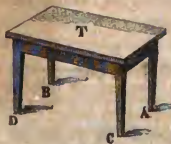
2562. **Due soli punti.** Un disco circolare D munito d'un'asta cilindrica, C B (fig. 669) fissa perpendicolarmente al suo centro situato come scorgesi nella figura, s'appoggia in due soli punti A e B: per l'equilibrio, la verticale calata pel suo centro di gravità (§ 1983) dee incontrare il piano su cui poggia in un punto C della retta A B. Il peso del corpo equivale ad una forza rappresentata dalla verticale G C che potremo supporre decomposta in due altre verticali applicate ai due punti A e B (§ 1924). Queste saranno tra loro in ragione inversa delle due distanze A C e C B (§ 2557), e ci rappresenteranno le pressioni ch'esercitano i due punti A e B.

Fig. 669.

2563. **Tre punti.** Se i punti d'appoggio sieno tre, A, B e C (fig. 670), immaginando una verticale G O condotta pel centro di gravità di quel corpo, incontrerà il piano nel punto O entro il triangolo A B C. Si considera il peso del corpo applicato in O, e questa forza decomponesi in due verticali, agenti in A e in D (§ 1924): e l'ultima D si concepisce suddivisa in altre due applicate in B e C, e di questa guisa si conosce la pressione sopportata da ciascuno di que' tre punti.

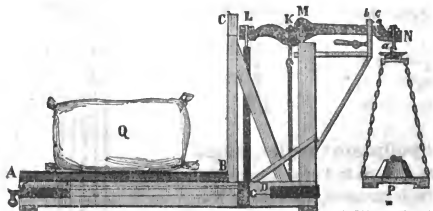
Fig. 670.

2564. **Al di là dei tre punti,** colla sola norma del centro di gravità non si può rilevare la pressione di ciascuno di essi: tutti sanno che il tavolo T (fig. 671) può stare in piedi ancorchè uno de' suoi piedi non tocchi il terreno: e se questo fosse cedevole sotto i due punti A e D, gli altri due B e C sopporterebbero assai maggior pressione di quelli; e viceversa A e D, se fosse flessibile sotto B e C.

Fig. 671.

2565. Per converso il punto d'appoggio della leva retta (§ 2557) soffre una pressione eguale alla somma delle forze applicate ai suoi estremi A e B (fig. 665).

Ma per la leva di secondo genere ove le due forze agiscono in senso contrario, la forza o peso G (fig. 667) può considerarsi composta di due parallele applicate l'una in P, l'altra in M, e questa eguale e contraria alla forza U da cui rimane elisa: resta la forza in P che sarà eguale alla differenza ch' è tra la forza totale G e quella che agisce in P: ed essa rappresenterà la pressione sopportata dal detto appoggio P. Pel caso della leva spezzata (§ 2560) si forma il concetto sulla risultante dalle perpendicolari pel ridetto paragrafo indicate.

2566. **Delle Bilancie** si parlò nel § 1990. La figura 672 ne dimostri

Fig. 672.

quella in origine inventata dal Rosa (1), detta anche bilancia a ponte o a bilico, di cui darò più particolare ragguaglio in altro luogo.

[3] Della Carrucola.

2567. La **carrucola fissa** è un disco circolare che ha nel suo contorno un solco, chiamato *gola*, per ricevere la fune, come a tutti notissimo, ed è appesa ad un gancio, onde ha solo il moto di rotazione sul suo perno. Si ponga mente che le due forze, il peso P (fig. 673) e la potenza M, sono nella stessa condizione di una leva il cui fulcro fosse C e le due braccia la distanza del punto C dai due estremi A e B della periferia, punti dove la corda abbandona la *carrucola*, ossia si dispone tangente in que' punti alla periferia della medesima. Questi bracci di leva sono eguali perchè raggi d'un medesimo circolo; dunque la *forza* M per equilibrare il peso P dee essere eguale al medesimo.

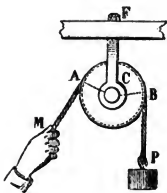



Fig. 673.

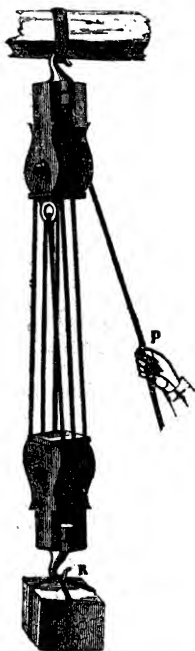
2568. La **carrucola mobile** (2) non agisce che cambiando continua-

(1) La descrizione di questa bilancia trovasi pubblicata sino dal 1821 nel *Giornale di Agricoltura, Arti e Commercio di* Milano, pag. 55: ma l' invenzione era stata coronata di medaglia d'oro nella *Distribuzione de' premii d'industria*, del dì 4 ottobre 1815.

(2) La carrucola o puleggia, latinamente *trochlea*, mobile secondo il Montucla, pare invenzione d'Archimede, perchè nella *meccanica* d'Aristotile non ve n'ha cenno.

-mente posizione nello spazio. In essa (C, fig. 674) un capo della fune è fisso in F, e la potenza M s'esercita nell'opposito senso della forza del peso P da sollevare. Per l'equilibrio, i due pezzi di fune A M e B F dovranno essere tesi egualmente, e la risultante delle due tensioni è il peso P: perciò la *potenza* M deve eguagliare la *metà* del peso medesimo.

Fig. 674.

Fig. 675.

2569. Il **polipasto** o **taglia**, scorgesi nella figura 675, nè fa d'uopo descriverla. Essendo sei le carrucole, hannosi 6 funi che si considerano come parallele, e ciascuna d'esse risultando egualmente tesa, dovrà reggere un sesto del peso. La *potenza* P è applicata all'estremità libera in prolungamento del sesto pezzo di fune; perciò dee equivalere essa pure alla *sesta* parte della resistenza R. Perciò colla forza di 10, per equilibrare un peso di 80 occorrono 8 carrucole; e, via dicendo, 10 se il peso fosse eguale a 100. Questa riduzione della *taglia* alla teoria della leva fu trovata dal Benedetti, il quale seppe si acconciamente determinare anche l'equilibrio della leva medesima.

2570. Il **verricello** per sollevar pesi, è pure a sufficienza rappresentato dalla figura 676. Suppongasi che i suoi bracci o leve sieno applicati nel centro del rullo cilindro B B su cui avvolgesi la fune A per sollevare il peso R. La potenza P e la resistenza R sono nella condizione di una leva spezzata, il cui braccio minore è il raggio del cilindro, il maggiore il braccio F.

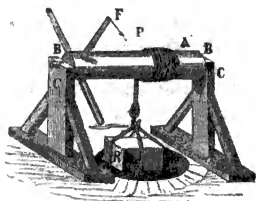
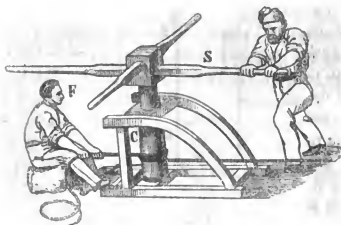



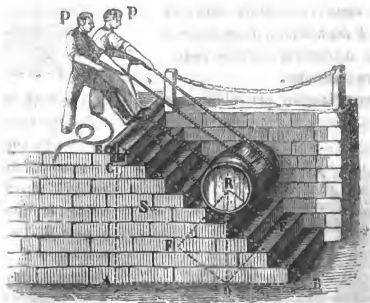
Fig. 676.

2571. Nell'**argano** (fig. 677) l'equilibrio richiede che la lunghezza della

Fig. 677.

stanga S stia al raggio del cilindro o subbio C nella ragione inversa della potenza alla resistenza. Se aggiugnesi la forza F, cioè rimettesi l'estremità libera della fune tra le mani d'altr' uomo che la tiri a sufficienza per impedire alla fune di svolgersi dal cilindro C per un verso, mentre per l'altro la forza applicata all'argano l'obbliga ad avvoltolarsi nel cilindro medesimo in senso opposto, convien calcolare che la forza di *trazione* dell'uomo F fa equilibrio a porzione della resistenza. Sottratta questa forza dalla resistenza totale, il rimanente vincesi con una *potenza* 8 o 16 volte minore, se d'altrettanto la lunghezza della stanga S supera quella del raggio del subbio C.

[4] Piano inclinato.

2572. Rapporto tra l'**altezza** e la **lunghezza**. La botte R (fig. 678) si

Fig. 678.

vuol far discendere per la scala S. Due potenze P e P eserciteranno eguale sforzo per rattenerla, supponendo il tutto in equilibrio, e che le corde fisse da un

capo al rullo immobile I, e dall'altro tenute dagli uomini P e P avvolgano la botte ad eguali distanze dai suoi due fondi. Si considerino i quattro pezzi di fune: due che si spianano sugli spigoli de' gradini, e due tenuti dalle potenze indicate. Dovranno essere tesi tutti egualmente, e rappresentare quattro forze parallele al piano inclinato.

La botte è soggetta all'azione del suo peso, cioè alla forza di gravità che potremo figurare colla verticale R D. Decomponendola (§ 1974) troviamo le due forze R E ed R F, parallela la prima, e perpendicolare la seconda al piano che passa per quegli spigoli, ossia al piano inclinato, cui alla fin fine riducesi qualunque scala. La forza *componente* R F calca di certa guisa la botte (o corpo qualunque) contro il piano: non tende a farlo scorrere da qualsiasi parte del piano stesso: essa preme, ed è affatto elisa o vinta dalla immobilità del medesimo. Per l'opposito l'altra *componente* R E, perciocchè parallela al piano, non esercita alcuno sforzo contro di esso, e tira, o tende a far discendere, la botte lungo quella parallela direzione. Che rimane dunque a fare per ottenere l'equilibrio? la porzione di resistenza rappresentata dalla R F è fuori di quistione, perchè dallo stesso piano equilibrata, ossia attutita; la rimanente R E sarà la sola che dovranno vincere le potenze o forze P e P.

2573. Analisi. Or veggiamo pure un frutto de' premessi geometrici studi. Qual è il rapporto tra la linea R E e la R D, cioè tra la forza da superare, o peso rimanente per così dire alla botte posta sul piano inclinato, e la totale forza di gravità o intero peso della botte medesima? Ne indichi I B la linea del piano inclinato; A B l'orizzontale corrispondente che gli è base; I A la verticale che ne misura l'altezza. Il triangolo rettangolo A B I sarà simile all'altro triangolo rettangolo D R E (§ 1201 ecc.). Dunque il rapporto di E R a R D sarà eguale a quello tra I A ed I B: cioè

$$ER : RD :: IA : IB$$

o quanto dire lo sforzo della potenza sarà tanto minore della resistenza per pareggiarla, quanto l'altezza del piano inclinato è minore della sua lunghezza. Se l'altezza I A della scala è la metà della sua lunghezza, la *forza* P+P dovrà essere la *metà* del peso totale della botte R.

2574. Avvertenza. Ma nel caso delle due corde avvoltolate, com' ho detto, avevamo quattro porzioni di esse, a ciascuna delle quali toccava un quarto di quella resistenza da sopportare: a due provvede la immobilità del subbio, o punto d'attacco I: l'altre due si ripartono ai due uomini P e P, cui tocca perciò un *quarto* per ciascuno da vincere di quella resistenza R E. Ma questa nel caso di I B=2 I A riducesi alla metà del peso della botte: dunque a ciascun uomo è d'uopo reggere un *ottavo* del peso della botte. E, per farmi ben chiaro, questi saranno quindi due ottavi: altri due son retti dal ritegno I I; gli altri quattro sopportati ed elisi dal piano medesimo.

2575. Riassumendo, la MECCANICA ne ha insegnato che il principio fondamentale onde governasi l'equilibrio, consiste in quello che chiamasi eguaglianza dei MOMENTI. I quali si ottengono dal prodotto della *potenza*, ovvero della *resistenza* per la distanza dal punto in cui s'applicano le forze che le rappre-

sentano. A suo luogo considererò il caso della leva, offerto dall'uso della vanga nella quale quando essa ha già penetrato nel terreno, l'uomo coll'una mano regge lo strumento, e forma *ipomoclio* o punto d'appoggio, mentre l'altra come *potenza* preme per sollevare la *resistenza* ch'è composta dell'aderenza del suolo già in parte tagliato, e del suo peso. La costruzione poi dell'aratro ne porgerà occasione di richiamare gli stessi principii sin ora esposti, e più ancora quelli che seguono. Del che volli rendere avvertito il leggitore benevolo affinchè parendogli insufficienti questi fuggevoli cenni di MECCANICA AGRICOLA (1), tenga fermo di rinvenire in acconcio luogo i chiarimenti opportuni.

Art. III. Studio delle macchine in moto.

2576. **Velocità e forza.** Ecco il principio meccanico di sommo rilievo, per levarsi di capo un pregiudizio non esclusivo dei volgari, ma talora comune anco ad uomini d'ingegno e di pratica. Da molti infatti veggendo che mediante leve, carrucole, ingranaggi ecc., con discreta forza sollevansi o trascinansi o pongonsi in giro enormi pesi, ritiensi che a furia di meccanismi complicati si risolva qualunque problema di MECCANICA. Ma comecchè realmente si possa venire a capo di effetti meravigliosi, è sempre da tener in conto questo principio:

Quanto sparmiasi in forza *consumasi in* tempo: o *viceversa.*

Riguardate l'uomo della figura 663: s'egli vorrà sollevare la base del masso A sino al punto F, gli farà mestieri scendere col braccio sino al punto E: dunque intanto che il punto B descriverà l'arco B, il punto A descriverà solo l'arco A F. Questi archi sono proporzionali ai raggi C B e C A che li descrivono (§ 1395) giacchè corrispondono ad angoli eguali, come sono gli opposti al vertice (§ 1080). Se B C è triplo, quadruplo di A C, la forza B farà equilibrio ad una resistenza M tre, quattro volte maggiore (§ 2557): ma per muoverlo quel masso M, la forza B dovrà percorrere eziandio uno spazio, un cammino tre, quattro volte maggiore di quello che farà M. Lo che vuolsi intendere rispetto al punto d'applicazione sia della potenza, sia della resistenza. Intantochè il punto B discenderà, il punto A si solleverà lentissimamente: differenza di velocità dovuta alla differenza tra le due forze contrarie, onde comprendesi che la velocità sarà tanto minore nel peso rimosso, quanto è minore la forza che lo rimuove.

2577. Nella *carrucola semplice*, tanto viaggio fa la secchia nel rimontare dal pozzo, quanto ne dee fare la mano applicata alla corda che l'estrae, ed in quel caso infatti la forza o potenza necessaria vuol essere *eguale* al peso o resistenza. Nella *carrucola mobile* invece (fig. 674), nella quale si dimostrò

(1) A suo luogo troverà pure le indicazioni sulle pressioni che presenta il caso dei ponti sospesi, invenzione tanto in uso di presente, e sui quali lasciò scritta la compiuta descrizione sino dal XVI secolo, FAUSTO VERANZIO nelle sue *Machinae Novae* FAUSTI VERANTII *Siceni cum declaratione latina, italica, gallica et germanica.* VENETIIS.

bastevole *metà* della forza di confronto al peso da sollevare, la mano che tira la corda è costretta a salire d'una quantità *doppia* di quella cui il peso si eleva. Infine nel *polipasto* la forza di trazione pel caso della fig. 675 è solo il *sesto* del peso resistente. Se questo però dee salire d'un centimetro, le sei corde hanno a scostarsi d'un centimetro ciascuna. Quindi il capo libero in P s'allungherà di 6 centimetri, cioè la mano P dee abbassarsi di 6 centimetri, perchè d'un solo centimetro s'innalzi il peso R.

2578. Le **Velocità** si governano perciò dalle seguenti leggi:

I. Le *velocità* di due punti sono in ragion diretta degli spazi percorsi, quando essi descrivono spazi diseguali in tempi eguali;

II. Le *velocità* di due punti sono in ragione inversa dei tempi impiegati, quando percorrono spazi eguali in tempi diseguali;

III. La *velocità* è quindi direttamente proporzionale allo spazio percorso, ed inversamente proporzionale al tempo impiegatovi.

Se due aratri fanno due eguali solchi, l'uno in 20 minuti, l'altro in 25, il primo ha lavorato con velocità maggiore del secondo :: 25 : 20 :: 5 : 4. Invece, se, durante lo stesso tempo, l'uno fece un solco lungo 90 metri, l'altro lo fece di 120, la velocità del primo fu minore di quella del secondo :: 90 : 120 :: 3 : 4. Infine un aratro fece 80 metri di solco in 20 minuti, e l'altro ne fece 60 in 25 minuti, la velocità del primo sta a quello del secondo nella ragione composta della diretta di 80 : 60, e nella inversa di 20 : 25, cioè :: 25 : 20. Dunque porremo (§ 264) le due velocità V e v de' due aratri

$$V : v :: 80\times25 : 60\times20 : 2000 : 1200 :: 5 : 3$$ (1).

2579. L'**unità di spazio** e l'**unità di tempo** (§ 543 e 435) sono regolarmente il *metro* ed il *minuto secondo*. Quindi per conoscere quelle velocità V, e v si divida il numero de' metri percorsi dall'aratro pel numero de' minuti secondi impiegati. Nel caso di V, e v si avrebbe adunque

$$V = \frac{80}{1200} = \frac{1}{15}; \qquad v = \frac{60}{1500} = \frac{1}{25},$$

ed appunto (§ 264) $\frac{1}{15} : \frac{1}{25} :: 25 : 15 :: 5 : 3.$

2580. Le premesse, comunque ristrettissime nozioni, concedono di muovere passo nelle indagini di sommo momento per l'arte agraria. Se vuoi conoscere daddovero quanto meriti di compenso l'uomo che in tuo pro impiega la vigorìa delle sue membra, o quale utilità ti arrechi un trebbiatoio in confronto della forza motrice che ti costa per farlo agire, ovvero quale foggia d'aratro o di zappa a cavallo, o di carro, o baroccio, o ruspa o altro analogo arnese, minor consumo di forze arrechi a' tuoi animali, ti occorre un concetto giusto: 1° di ciò

(1) Il primo ha fatto 20 metri di solco per minuto, il secondo ne ha fatti 12 in egual tempo: dunque le velocità stanno :: 20 : 12 :: 5 : 3.

che chiamasi *Quantità di lavoro;* 2° dell'*azione delle forze nella produzione del moto;* 3° della *trasmessione di detta azione.* Dunque un cenno, avvegnachè di volo.

[1] Quantità del lavoro.

2581. **Principio fondamentale** in qualunque investigazione della MECCANICA è quello sempre pel § 2576 statuito. Quando una *potenza* ed una *resistenza* si equilibrano fra loro in una macchina, e il cammino percorso dalla *potenza*, valutato secondo la sua direzione, è doppio, triplo, decuplo ecc. di quello fatto dalla *resistenza* nella propria di lei direzione, allora la *potenza* è atta a vincere una *resistenza* doppia, tripla, decupla. L'idea perciò del lavoro implica quella di una *resistenza* superata, e d'un *cammino* percorso. Infatti, dovendo fissare il giusto valore del lavoro d'un operaio, noi possiamo senza la debita considerazione degli anzidetti due elementi. Riguardiamoci però dall' errore in cui incolgono anche autori di Meccanica. Se un operaio, dicono taluni di essi, solleva una data quantità di terra a due metri d'altezza, mentre un altro n'eleva egual quantità a un metro solamente, il primo avrà fatto un lavoro doppio di quello eseguito dal secondo; e conchiudono, dovrà dunque essere pagato in ragione del doppio (1). Nel IV LIBRO, dagli opportuni problemi sui movimenti di terra, si rileverà quanto ogni buon pratico già di per sè conosce, la fatica cioè dell'uomo che solleva un dato peso di terra a doppia altezza d'un altro, superare la proporzione del doppio, allorchè l'altezza stessa arriva a quel limite ch'esige un vero slancio o *sbraccio*, come pel volgo suol dirsi. Lo che ne dimostra che la MECCANICA AGRARIA, quantunque ramo della MECCANICA INDUSTRIALE, e parte della MECCANICA in genere, tuttavolta ha mestieri di considerazioni affatto speciali. Conciossiachè, se i principii di Meccanica sono sempre costanti ed invariabili, nella loro applicazione i problemi pratici esigono accurato esame e calcolo delle peculiari intrinseche loro condizioni. Il lavoro agricolo è lungi dal venir prodotto da uno sforzo uniforme, o che ricorra d'eguale intensione in tutti gl' istanti della sua durata. Noi incontriamo, osserva il GASPARIN, nella terra, resistenze variabili, contenendo strati di tenacità diseguale (2) : ora pietre, ora radici, ed ora sabbia, o terreno bagnato; onde soventi non basta tener calcolo del valor medio della *potenza* necessaria per ottenere un dato effetto, ma del suo *massimo sforzo* sia nel principio che durante il *lavoro meccanico*.

2582. **Lavoro meccanico.** Mantenuto il nome di *forza* a quella causa qualunque che tenda a muovere un corpo o alcuna delle sue parti, o effettivamente lo faccia muovere, ovvero se muovasi, modifichi o arresti il suo moto, non si dee confondere colla intensione con cui essa forza agisce e meglio chiamasi *niso*, *conato*, *sforzo*. Il *lavoro meccanico* è risultato di codesto *sforzo*, o attività della forza o *potenza* esercitata per superare l'azione della *resistenza*, continuata durante il *lavoro*. Nè vuolsi confondere collo *sforzo* prodotto dalla

---

(1) DELAUNAY. *Cours élémentaire de Mécanique.* PARIS 1851, pag. 86-87.
(2) GASPARIN. *Mécanique agricole. Cours ecc.*, loc. cit., Vol. III, pag. 5,

potenza, o vuoi dal *motore*, conciossiachè questo sforzo medesimo può inutilmente esaurirsi, applicato a un punto fisso, irremovibile, ovvero ad una *resistenza* eccedente la *potenza* medesima. Se un portatore, o un cavallo da basto carichi stanno fermi, il *motore* è in riposo; tuttavia il *lavoro meccanico* è nullo quantunque lo *sforzo* sia considerevole, giacchè il *motore* sopporta tutto il peso del carico. Riflessi ovvii del tutto, ma per l'ordinario trascurati; onde poi non si tien conto alle forze dell'intero effetto che producono, il quale sempre si compone di una parte o effetto *utile* e d'altra parte o effetto *perduto*. Lo scopo fondamentale della MECCANICA è rendere quanto si possa maggiore l'effetto *utile*, e minimo il *perduto*. Si vedrà più innanzi che cogli aratri più comuni spesso uno de' bovi, o la metà di quelli che s'adoperano ove se ne attacchino più d'uno, lavora senza frutto.

2583. La **misura del lavoro meccanico** si ottiene moltiplicando il viaggio o *cammino* fatto dal punto d'azione della forza motrice, per la *resistenza* superata in dato tempo. Ad esempio per sollevare un peso, l'unità del *lavoro* (§ 2584) è l'alzamento di un chilogrammo ad altezza d'un metro nel tempo di un minuto secondo; nel trasporto de' veicoli, l'unità del *lavoro meccanico* è lo spostamento di un chilogrammo per la lunghezza d'un metro. In generale è d'uopo saper ridurre le diverse specie di *lavoro meccanico* al più semplice ed uniforme di tutti, a quello cioè dell'azione d'innalzare un peso. Per misurare lo sforzo fatto da un paio di bovi col carro, s'immagina sostituita al carro una coppa di bilancia con peso tale da bilanciare lo sforzo necessario a muovere il carro: ovvero col *dinamometro*, da descrivere più innanzi, si trova il peso occorrevole per istabilire l'equilibrio tra la *potenza* e la *resistenza*. Ottenuta in chilogrammi la misura dello *sforzo*, si moltiplica pel cammino percorso dal punto d'attacco durante un dato tempo, e si ha il valore ricercato del dato *lavoro meccancio* risultato dallo sforzo continuato de' bovi durante quel tempo medesimo.

2584. **Chilogrammetro** è l'*unità del lavoro meccanico* ed esprime un chilogrammo elevato all'altezza d'un metro. Se adunque lo *sforzo* necessario per muovere il carro sia di 75 chilogrammi, e il cammino percorso nel *tempo* d'un minuto secondo sia d'un metro, il lavoro meccanico eseguito sarà di $75 \times 1 = 75$ chilogrammetri, ed è quello chiamato in pratica *cavallo-vapore*, equivalente circa a tre cavalli da tiro. Dunque un *cavallo-vapore* equivale al lavoro di 75 chilogrammetri per minuto secondo; e macchina di 100 cavalli è quella capace di sollevare in ciascun minuto secondo il peso equivalente a 7500 litri d'acqua all'altezza d'un metro. L'unità stessa si nota di sovente con $1^{ch.} \times {}^{m.}$, o anche $1^{ch.\ m.}$; quindi la quantità di lavoro della macchina di 100 cavalli si esprimerebbe per $7500^{ch.} \times {}^{m.}$, ovvero $7500^{ch.\ m.}$

2585. Il **dinamodo** o **dinamia** è l'*unità del lavoro meccanico*, allorchè questo sia molto considerevole. Anzichè calcolare col *chilogrammetro* l'effetto equivalente ad un litro d'acqua, sollevato all'altezza d'un metro in un minuto secondo (§ 2584), si tien conto di quello rispondente ad un metro cubico d'acqua innalzato ad eguale altezza e in egual tempo. All'uopo delle successive applicazioni si noterà eziandio come il vocabolo *dinamodo* riferrmi sempre la quantità e natura degli elementi onde il *lavoro meccanico* si costi-

tuisce (1) e sottintendasi costante, ossia dato, l'elemento del tempo. Nella comparazione tra l'impiego del bue e quello del cavallo, per la scelta convenevole nella esecuzione de' lavori rurali, si noterà l'equivoco in cui cadono alcuni, eccedendo nella preferenza del cavallo sul bue, trascurando che in agricoltura hannovi molti lavori in cui una piccola differenza di tempo è trascurabile. Altri invece troppo favorevoli al bue, trascurano la differenza risultante dall'impiegare di spesso un *massimo* di forza per un *minimo* d'effetto. Ad esempio, in parecchi lavori basta un solo cavallo, mentre non si attacca d'ordinario un bue solo: quindi in parecchie circostanze due cavalli rendono il servigio come quattro bovi. Ne consegue che la quantità di *lavoro meccanico* sino a certo numero di *chilogrammetri* si eseguisce con maggior profitto mediante i cavalli; e questo profitto s'attenua, o s'evade anco del tutto, quando la qualità del lavoro stesso s'accosta o trapassa il *dinamodo*. In questo caso però l'impiego di 3, o di 5 cavalli sta in luogo talora di 4 oppure di 6 bovi, e torna in calcolo l'utilità del cavallo unico, in luogo del paio di bovi.

2586. Il **lavoro motore**, è in realtà la *potenza* considerata nell'azione ch'essa impiega a produrre un effetto utile. Chiamano poi *lavoro motore totale* la somma delle quantità diverse di *lavoro motore* prodotte anche da più *forze*. Perciò una macchina che agisca mediante l'applicazione di un numero qualunque di forze, e proceda con moto uniforme, offre un *lavoro motore totale*. Il quale secondo gli autori, sarebbe eguale a quello che chiamano *lavoro resistente*, o più speditamente, alla *resistenza*. Ma se questa non fosse inferiore non v'avrebbe moto di sorta, perchè essendo eguali l'azione della *potenza*, e la *resistenza*, non havvi più alcun movimento.

[2] Azione delle forze.

2587. **Quali le forze** di cui si vale l'agricoltore, quali le più *utili*, sarà da investigare più innanzi, salvo tener conto de' principii generali onde muovono gli studi intorno le più dirette, e prefinite applicazioni. Nella FISICA AGRARIA s'è detto a sufficienza di quella poderosissima forza ch'è la *gravità* (§ 1980). Forza gratuita di cui l'uomo si vale come *potenza*, per abbattere l'azione sua medesima, come *resistenza*. Con una caduta d'acqua sollevasi l'acqua d'uno stagno da rasciugare; colla *gravità* dell'acqua debbo adunque vincere la *gravità* dell'acqua medesima. Ma non convien conchiudere; la *potenza* dell'acqua che discende da un metro, essendo eguale alla sua *resistenza* ad elevarsi d'un metro, dunque per poco che la quantità dell'acqua cadente superi quella da sollevare, avrò conseguito l'intento. Il modo d'*azione* può essere lo stesso, ma tra la *potenza* e la *resistenza* occorre un modo di *comunicazione* egualmente soggetto alla forza di gravità, che in questo caso si aggiugne alla resistenza.

2588. Della **forza centrifuga** si fe' motto al § 1976. Questa forza cessa quando il corpo non è più obbligato a descrivere colla sua rotazione una cir-

---

(1) Forza (δύναμις), cammino (ὁδός).

conferenza di circolo. Tagliata la corda che rattiene il grave D (fig. 504), esso fuggirà secondo la direzione della tangente C D, con movimento ch'è la continuazione di quello di cui era investito, nell'istante in cui il taglio della corda lo pone in libertà. Quindi la *fionda* sciogliendo il sasso, lo scaglia secondo la tangente del punto in cui il sasso si trovava in quell'istante, ed esso declina da quella tangente solo in forza della gravità che investendolo incessante, l'obbliga a descrivere una parabola.

Comprendesi tutto il valore della forza *centrifuga* (che in realtà è spesso la forza d'*impulsione*), rammentando l'esperienza del secchio d'acqua che facciasi rotare come fionda. Il vaso non ne perde goccia, benchè quando trovasi in alto risulti pienamente rovesciato (fig. 679). L'acqua tende a cadere in forza della *gravità*: se ciò non accade, è dovuto alla forza *centrifuga*, la quale in quell' istante è diretta secondo la PR in senso contrario di quello, secondo cui agisce la *gravità* medesima. Convien dunque conchiudere che la forza *centrifuga* quando si trova nella direzione verticale è atta a far salire l'acqua in alto, in proporzione del suo eccesso sulla forza di *gravità* che tende a farla scendere in basso. Ricorrerà in acconcio luogo un riflesso pratico d'applicazione su questo fenomeno in apparenza sì volgare. Tornerà eziandio opportuno l'altro fenomeno, del pari ovvio, delle scaglie che talora le macine in moto, frangendosi in alcun punto, lanciano con vèlocità non di rado pericolosa per chi vi si trovi dirincontro. Le molecole della macina per virtù di coesione, o attrazione molecolare tendono a rimanere unite, mentre sono sollecitate dalla forza centrifuga conseguente dalla rapida rotazione della macina. Questa forza prevalendo a quella, accade come se si tagli la fune della fionda (§ 1976) e la particella staccata fugge per la tangente colla velocità che avea la macina in quel punto e in quell'istante.

Fig. 679.

R

P

2589. Le applicazioni della forza *centrifuga*, anche nella rurale economia sono parecchie ed assai utili: nè si cessa dal trovarne delle nuove, o almeno di rinvenire nuovi ingegni per rendere le meno recenti più pratichevoli. Il crivellamento de' grani, l'asciugamento delle foglie di gelso bagnate, oltre gli usi idraulici ne' motori d'acqua, non mancheranno di venire a mano a mano a rassegna.

2590. Il valore della forza centrifuga, vo' dire la sua intensione, quando il movimento circolare sia *uniforme*, aumenta in proporzione della velocità del corpo, scema in ragione inversa del circolo ch'esso descrive. E la Meccanica razionale stabilisce questo teorema.

LA FORZA CENTRIFUGA *è proporzionale* al quadrato della velocità *del corpo*, *ed in ragione inversa* del raggio del cerchio *descritto*.

Le diverse parti perciò d'una macina in rotazione, e così dicasi delle ruote, e tutte le parti di macchine che girano intorno ad un asse sono investite d'una forza centrifuga diversa perchè diversa è la loro velocità *angolare* (§ 2550) e diversa la distanza loro dal perno.

2591. Ma la forza di *gravità* e la forza *centrifuga* discendono da cause affatto diverse: la prima è l'effetto dell'*attrazione* (§ 1977 ecc.) la seconda quasi sempre della *impulsione* (§ 2010 ecc.) o della *vitalità* (§ 2014 ecc.). Notiamo che tutte le forze il cui sviluppo dipende dall'*attrazione* o dalla *impulsione* producono uniformità di moto, ovvero l'uniforme sua accelerazione, o diminuzione; le forze invece dipendenti dalla *vitalità* difficilmente aggiungono quello sviluppo così regolato da non produrre discordanze, interruzioni, ed oscillazioni negli effetti relativi. Rimettendo ad altro luogo le nozioni speciali alle diverse forze impiegate negli usi agricoli, giova solo indicarne il novero distinguendolo in ragione della loro qualità fisica, secondo i principii nell'antecedente CAPITOLO disputati.

Motori

Dipendenti dall'	
ATTRAZIONE.	Gravità — Vento. — Acque correnti. — Azioni chimiche.
IMPULSIONE.	Vento — Calorico — Vapore — Elettrico.
ANIMALITA'.	Uomo — Cavalli ecc. — Bovi ecc.

2592. L'**azione delle forze**, e generalmente de' motori, che poscia d'altra guisa distinguerò in *gratuiti* e *non gratuiti*, si manifesta, in quanto agli effetti, sempre colla stessa equivalenza ad un peso che in dato tempo percorra un dato cammino, ma comprendesi agevolmente, che s'esercita in un modo speciale alla natura della forza medesima. Quindi il parlarne acconciamente richiederebbe un Trattato compiuto di Meccanica, ed ora ne basta fissare i cardini principali onde valersene poi nei rispettivi LIBRI successivi, ove direttamente si tien conto delle materie o sostanze cui sono le dette forze inerenti.

[3] Trasmessione dell'azione delle forze.

2593. La **diversa specie delle forze**, avvegnacchè richiegga peculiar modo d'applicazione al fine di produrre il maggior effetto utile, non ha però influenza sulla trasmessione dell'azione sua ai corpi. Questa trasmissione dipende invece dalla natura de' corpi medesimi. Allorchè una forza è applicata ad un punto, o parte di un corpo, il movimento che ne deriva, si trasmette a tutti gli altri punti o parti del corpo, ma con intervallo di tempo già segnalato nel § 1972. Un convoglio di strada ferrata che si muova ne dà in vastissima scala l'esempio di quanto accade nelle molecole de' corpi le quali l'una dopo l'altra, come quelli, si pongono in movimento. Le catene e caviglie onde i *vagoni* l'un l'altro si trascinano, stanno in luogo della forza di coesione per cui le molecole una dietro l'altra si tirano di simil guisa: ma come pe' *vagoni*, se la macchina locomotrice sia alla coda del convoglio, non più agiscono le catene, sì bene le molle ed altri arnesi trasmettono il moto dall'uno all'altro: così non la coesione ma la *impulsione* della *sostanza eterea* interposta (CAP. VII) tra le molecole, avvien che le urti e sospinga.

2594. La **trasmessione del moto** da un corpo all'altro può accadere in più modi e l'uomo stesso è in caso di apprezzarne le differenze. Se il moto del veicolo, o del battello è perfettamente regolare, in fuori del primo spostamento (§ 2583) l'uomo quasi non s'accorge del moto del corpo che lo trasporta. Un'accelerazione, o il soffermarsi improvviso di questo, getta il corpo dell'uomo fuori d'equilibrio perchè quell'acceleramento, e quel ritardo sono trasmessi prima alle parti inferiori del corpo medesimo. Il mal di mare dipende dalle oscillazioni trasmesse dalle onde al bastimento e da questo al navigatore, e i suoi organi interni si urtano, si premono e producono i notissimi incomodi del mareggiare.

2595. L'**urto**, la **scossa**, la **percossa** è una trasmessione violenta di moto. Il corpo A (fig. 680) si muova come il corpo B secondo la direzione della freccia, ma più velocemente; nell'atto in cui A raggiugnerà il corpo B imprimerà nelle prime molecole di questo un' accelerazione di moto: la quale non potendosi trasmettere istantaneamente alle altre molecole di B, questo corpo dovrà momentaneamente schiacciarsi. Per converso le molecole di A che si scontrano con B, subiscono un istantaneo ritardo, e per analoga ragione il corpo A dal lato verso B più o meno s'appiana, s'ammacca, o si schiaccia a norma della materia di cui si compone, la quale influisce poi sulla durata di questa deformazione. Non entrerò ne' particolari effetti dipendenti dalla diversità delle masse: ne basti constatare quello del deformarsi che avviene di necessità tra due corpi che si urtino, o più generalmente nel primo istante della trasmessione del moto da un corpo all'altro. Le biglie, comecchè d'avorio, notevolmente si stiacciano nel loro scontro e ciò non riesce sensibile perchè l'elasticità loro le reintegra prontamente nella forma regolare. Ma l'elasticità non è sempre tale da riparare lo sconcerto prodotto dall'urto se questo sia violento. Quindi la deformazione permanente, o anche la rottura di uno od amendue i corpi che violentemente si scontrano.

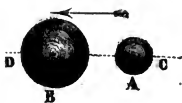
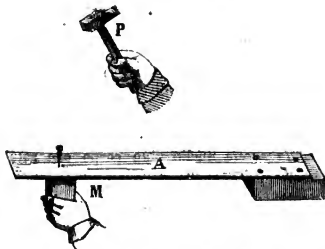
Fig. 680.

2596. La **resistenza** modifica gli effetti dell'urto, e della percossa. Volendo

Fig. 681.

conficcare un chiodo in un asse sottile senz'appoggio di riscontro, questo

si piega, e il chiodo non penetra: ma si conficcherà prontamente applicando dietro l'asse un pezzo di legno, anche senza premerlo (fig. 681): basta che questa massa, quantunque partecipi necessariamente della percossa ricevuta dall'asse, gl'impedisca di cedere troppo facilmente all'impulso che ne riceve.

2597. In ogni **macchina** si possono distinguere (1)

1° Il *primo mobile*, o parte destinata a ricevere direttamente l'azione del motore.

2° Il *meccanismo*, cioè tutte le parti che ricevono il moto dal *primo mobile* e trasmettendolo dall'una all'altra, modificandone all'uopo la direzione, o la velocità, lo comunicano alle altre parti, destinate allo scopo finale della macchina.

3° Lo *strumento*, cioè l'insieme delle parti che agiscono direttamente sulla materia per eseguire l'operazione che colla macchina si vuol ottenere.

In un mulino ad esempio si ha la ruota che riceve il moto o dalla caduta d'acqua, o dal vapore, e questa porzione costituisce il *primo mobile*: inoltre due o più ruote dentate trasmettono alla macina corsoia il movimento della ruota idraulica o di quella mossa dal vapore, lo modificano, e governano affinchè la macina giri nel modo acconcio alla molitura e questo insieme costituisce il *meccanismo*: infine le due macine l'una *giacente* o fissa, e l'altra girevole o corsoia riducono il grano in farina, e costituiscono perciò lo *strumento* del mulino.

2598. A luoghi speciali opportuni indicherò i diversi modi non solo di trasmessione dell'azione delle forze, ma eziandio della trasformazione del moto, ch'è la funzione propria del *meccanismo*, nel senso or ora dichiarato.

Art. IV. Attriti ed altre resistenze.

2599. Le **resistenze** che una macchina dee superare, sono di due fatte. Il *peso* del corpo da innalzare, la *coesione* delle molecole da ridurre in polvere, il *carico* dei veicoli che dee trascinare, ecco le *resistenze utili* e formano lo scopo cui l'impiego della macchina è destinato. Ma dalla stessa forma del congegno nascono altre *resistenze* chiamate *passive* perchè consumano una parte della forza motrice. A tre specie riduconsi queste, cioè 1ª *attrito*, 2ª *rigidità*, 3ª *resistenza del mezzo*.

[1] Attrito di prima specie.

2600. Due **specie d'attrito** distinguono poi i meccanici.

Attrito di prima specie quello d'un corpo che si muove applicandosi successivamente colle stesse parti alle diverse parti d'un altro corpo: se n'ha esempio facendo strisciare una treggia sul terreno, un libro sul tavolo, ovvero girare una vite nella sua chiocciola.

Attrito di seconda specie quello d'un corpo che rotola, le cui diverse parti toccano successivamente quelle della superficie d'un altro corpo; così accade del rotolo o rullo sul terreno, o di palla o cilindro qualunque che girino sovra una tavola.

---

(1) GIULIO. *Sunti delle Lezioni di Meccanica*. TORINO, G. POMBA e C. 1846, pag. 43.

A quale specie appartiene l'*attrito* della sala contro il mozzo della ruota del carro? Evidentemente ad amendue: perchè se il carro si muove si ha in pari tempo moto progressivo e moto di rotazione.

Perchè l'attrito di *prima specie* è maggiore di quello di *seconda specie*? perchè nel corpo girante le prominenze abbandonano successivamente le cavità in cui sono impegnate e se n'ha esempio in ruota dentata che si faccia girare in una scanalatura egualmente dentata.

2601. L'attrito è la causa per cui si stenta a fare scorrere un corpo pesante sovra un piano: l'*aderenza* (§ 2005) n'è in parte la cagione: ma riflettendo alla struttura molecolare de' corpi per cui non risultano mai le loro superficie appieno levigate, si comprende che le molecole o particelle sporgenti d'un corpo il quale posi sovra una tavola, s'insinuano nelle piccole cavità che per l'imperfetto di lei pulimento si presentano. Osservando col microscopio i coltelli anche più affilati, si manifestano in foggia di minutissime seghette. Perciò facendo strisciare un corpo sovra un altro, avviene per ciascuna linea delle loro facce che si toccano, quanto accade di due seghe i cui denti s'impostino reciprocamente gli uni fra gli altri: nè possono scorrere orizzontalmente senza che o si frangano, ovvero (pel sollevarsi dell'un de' corpi) si sormontino quei minimi dentini tra loro. L'*adesione* adunque è sussidiata dalla *coesione* che impedisce a quelle minime prominenze di frangersi, e dalla *gravità* che vieta alle sporgenti superiori di cavalcare le inferiori. Perciò i liquidi interposti tra le due superficie riempiendo quelle piccole cavità, concorrono ad impedire la detta superficiale compenetrazione, e facilitano lo scorrimento d'un corpo su di un altro, salvo costantemente la successiva avvertenza del § 2604.

2602. L'attrito di spostamento è sempre maggiore di quello **successivo** durante il moto o trazione del corpo, appunto perchè, in seguito del primo sforzo, o parte di quelle prominenze si è appianata, ovvero il corpo mosso ha dovuto alquanto sollevarsi, e continuando in tale stato non avviene quella compenetrazione di superficie così compiuta. Questo intervento della *coesione*, e della *gravità*, ch'egli mi pare necessario riconoscere tra le cause dell'attrito, si verifica rispetto alla *coesione*, osservando che l'attrito di spostamento si mantiene eguale nel movimento successivo quando i corpi scorrenti l'uno su l'altro sono duri come pietre e metalli: per converso se compressibili come due pezzi di legno, l'attrito di spostamento è assai maggiore, e ognor più s'attenua quanto più perdura il contatto.

2603. Leggi dell'attrito date dal COULOMB, rifermate dal MORIN, sono le seguenti: e per brevità starò contento d'enunciarle.

L'attrito di spostamento
- 1° *È proporzionale alla pressione che s'esercita tra i due corpi;*
- 2° *È indipendente dalla estensione delle superficie di contatto.*

L'attrito durante il moto
- 1° *È proporzionale alla pressione che s'esercita tra i due corpi;*
- 2° *Indipendente dall'estensione delle superficie di contatto;*
- 3° *Indipendente dalla velocità del movimento.*

Riflesso. Due di queste leggi non m'appaiono appieno esattissime, cioè l'indipendenza dall'estensione delle superficie e dalla velocità del movimento. Nelle applicazioni pratiche delle presenti nozioni agli strumenti rurali, darò le prove di queste mie dubitazioni.

2604. L' **ugnere** le superficie di contatto, è notissimo ripiego per vincere la resistenza degli attriti: l'olio, il sego ed altre materie untuose o grasse, non che la piombaggine e il talco sono da ciò. Perchè invece l'acqua pura interposta tra due superficie può aumentarne l' adesione? In primo luogo, perchè s' insinua ne' pori in ispecie del legno, e lo fa crescere, onde nel caso delle sale e mozzi di legno, può giugnere sino ad impedirne affatto il moto. In secondo luogo, perchè le materie grasse riempiono quelle cavità delle superficie, e l'acqua per contrario cede il posto tra le prominenze sporgenti, e s' insinua tra la loro superficie e quella delle cavità in cui s' impegnano. Quest' effetto dell'acqua s'avvera solo nello spostamento, perchè nel moto progressivo risulta invece favorevole in ispecie nel seguente caso delle striscie di cuoio.

2605. Il **rapporto dell'attrito alla pressione** è stato determinato per alcuni corpi, come segue:

Superficie a contatto	Rapporto dell'attrito alla pressione Spostamento	Moto progressivo
Legno e **legno** senz' unto . . .	0,50	0,36
» spalmato di sapone secco . .	0,56	0,14
» » di sego	0,19	0,07
Legno e **metallo** senz' unto . . .	0,60	0,42
» spalmato di sego	0,12	0,08
Correggie e **legno** senz' unto . .	0,65	0,45
» bagnato con acqua . . .	0,87	0,33
Metallo e **metallo** senz' unto . .	0,18	0,18
» unto d'olio d'oliva	0,12	0,07

[2] Attrito di seconda specie.

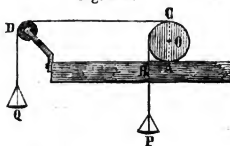
2606. **Resistenza al rivolgimento.** Facendo girare un corpo cilindrico sovra un piano orizzontale, si prova una resistenza dovuta alla deformazione cui soggiacciono tanto il corpo girevole che la superficie sulla quale s'appoggia, e nella quale benchè non appaia sensibilmente in forza della pressione ai punti di contatto, nasce una piccola concavità che a mano a mano il corpo girante dee rimontare. Questa resistenza è l'attrito di *seconda specie* (§ 2600), per la quale un corpo cilindrico è impedito di rotolare se non venga sollecitato da una forza la quale, secondo il COULOMB, riuscirà

1° *Proporzionale alla pressione;*

2° *Indipendente dal diametro del cilindro.*

La figura 682 però ne aiuta a comprendere che se per determinare il cilindro C a girare, si applichi colla fune B un peso sulla coppa P, ovvero mediante una carrucola D colla fune CDQ si operi lo spostamento mercè acconcio

peso in Q, in vigore di quanto si è detto sulle leve e sulle puleggie, il peso agente da motore starà a quello che fosse applicato direttamente al centro del cilindro nella ragione inversa del suo diametro. Rimane poi sempre da tenere a calcolo non solo la diversa scabrosità delle superficie di contatto, ma la loro maggiore o minore compressibilità per la ragione enunciata nel § precedente.

Fig. 682.

2607. Nel **moto de' carri**, la difficoltà più travagliosa è quando l' **attrito delle sale** è accresciuto dall' attrito o *resistenza* al *rivolgimento*, lo che avviene quante volte il piano su cui la ruota o il cilindro si muove, non sia assai duro e pulito. L'uomo U (fig. 683) da solo, coll'aiuto de' curri C C muove e sospinge il masso M che dovendo strisciare sul terreno, esaurirebbe uno sforzo tre o quattro volte maggiore. Ma se sotto i carri C C mediante alcune tavole, l'operaio U si prepari una strada più dura e levigata del terreno, scemerà pure del doppio la sua fatica. Nella locomozione de' carri tutto dipende dalla consistenza della strada; consistenza d'altronde dovuta anche alla forma de' carri medesimi. La ruota benchè insensibilmente, pur si sforma, e il villico bolognese, il quale ripone la sua vanagloria nel fornire le ruote del suo carro di cerchioni grossissimi, senza conoscerlo, rimedia con essi in parte alla resistenza del *rivolgimento* col diminuire lo stiacciarsi sotto la pressione del carico. All'altro effetto cioè al deprimersi ed incavarsi del piano stradale soccorre il consiglio dato dal MARGERON, dal RUMFORD e dal WRONSKI di fare le ruote a larghi quarti.

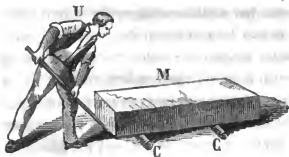



Fig. 683.

2608. La **forza traente**, quando il carro cammina su terreno saldo ed orizzontale, dee raggiugnere dai 1/25 ai 1/30 del carico. Quindi una forza equivalente al peso di 10 miriagrammi basta per tirare quello di 250 a 300 miriagrammi compreso il peso del veicolo (1). Sul terreno sabbioso o ghiaiato di recente, non basterà nè pure a soli 120 o 130 miriagrammi. Sul molle o assai compressibile, le ruote affondano, e per procedere è necessario ad ogni passo uno *sforzo* affinchè rimontino, e la strada comecchè orizzontale diviene una successione di tanti piani inclinati. A pari condizioni poi del piano su cui il corpo

(1) Nelle strade a guida di ferro la stessa forza equivalente a 10 miriagrammi di peso ne può muovere, secondo alcuni autori, 3360: però nelle strade inglesi, pe' carri da mercanzie con carico di 5080 chilogr., il rapporto della forza si calcola nella proporzione : : 1 : 180, ovvero : : 1 : 240, e più generalmente si assume il termine medio : : 1 : 200.

girante dee muoversi, cioè riguardando unicamente all'attrito della sala giovi solo ricordare questo dato, che *si può diminuire la metà della forza* traente *per mettere un carro in movimento raddoppiando il* raggio *delle sue ruote senza cangiar quello delle sale.* Tutte le sperienze del TREDGOLD eseguite sulle strade di ferro dimostrano, che la *forza necessaria a muovere un carro*, rimanendo eguali il carico e gli assi, *è in ragione inversa del diametro delle ruote.* Tra le cause poi dell'attrito è da memorare eziandio la polvere. Per convincersene, o meglio per apprezzarne l'importanza giova ricordare il calcolo del PALMER, il quale valutò nella strada a rotaie di ferro ma piatte di CHELTEUHAM produrre la polvere una resistenza tale da richiedere un aumento nella forza traente del 19,5 per cento.

[3] Rigidezza delle funi.

2609. Una **fune** richiede uno sforzo se voglia avvolgersi attorno a una puleggia o cilindro qualunque. Una macchina in cui entri l'impiego di qualche fune, dee perciò consumare una parte della forza motrice perchè assuma grado a grado la curvatura del subbio o altro ingegno intorno cui s'avvolga o che debba rendere girevole. Colla tensione della fune aumenta pure la sua rigidezza, la quale varia secondo la di lei qualità e grossezza. Eguali resistenze producono le correggie senza fine che s'avvolgono ai tamburi delle macchine, e servono di mezzo di trasmissione della potenza ai vari congegni.

2610. I meccanici teorici nel calcolare gli effetti delle macchine trascurano elementi che i meccanici pratici non deono trasandare: e l'influenza delle funi vuol tenersi a calcolo rispetto al peso, al loro attrito ed alla rigidezza. La poca eguaglianza della loro superficie produce un attrito il quale cresce a dismisura quando s' inviluppano intorno al cilindro o prisma qualunque, in ispecie se la sezione trasversale de' medesimi sia piccola. Circostanza questa che aumenta eziandio l'ostacolo della rigidezza. La fig. 684 esprime sufficientemente come

Fig. 684.

l' uomo U sia capace di rattenere un batello B con pochissima forza, avvolgendo la fune attorno al palo P, per la grande difficoltà che la medesima oppone a strisciare attorno ad esso. Se la corda faccia un solo giro attorno al palo, perchè

scorra è necessaria dal lato del batello una forza di trazione 5 volte maggiore della resistenza opposta dall'uomo che la rattiene dall'altro capo. Se ne facesse due giri, la forza di trazione del batello dovrebbe crescere 25 volte, e 125 se con tre giri s'avvolgesse: onde vuolsi argomentare che le funi bensì arrecano tanta utilità che i meccanici le considerano come strumenti d'alta importanza; ma in pari tempo non si dee trascurare la quantità di forza motrice che possono inutilmente consumare.

[4] Dell' attrito nel cuneo.

2611. Il **cuneo**, la più ovvia tra le sei macchine semplici, è la più meritevole di studio per l'agronomo, e gl' inventori e costruttori d'aratri dovrebbero meglio apprezzarne le *leggi d'equilibrio*, gli *usi* e gli *attriti*. Il prisma triangolare che adoperasi a spaccare il legno, come scorgesi nella fig. 685, non è che

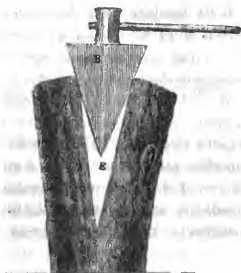
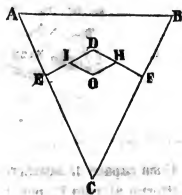
Fig. 685.

un cuneo, cioè l'insieme di due piani convergenti congiunti per una base comune. La sua legge è nel richiedere una *potenza* in rapporto alla *resistenza* come sta la sua *testa* alla sua *lunghezza*. Se la forza del martello B della data figura, si esprima colla DO nella seguente figura 686, compiendo il parallelogrammo DIOH, avremo decomposta la *potenza* tendente a far penetrare il cuneo ABC, nelle due pressioni DI e DH, esercitate dai lati AC e CB; e mercè dei triangoli simili ABC, IDO, s'avrà la prova che la *potenza* sta alle pressioni come la base AB ai lati AC e BC, moltiplicate queste lunghezze per una larghezza comune, ossia linea rappre-

Fig. 686.

sentante la grossezza del cuneo (1). I coltelli, le forbici, gli aghi, le spade, i rostri, gli artigli, tutti gli strumenti che forano o tagliano, si riducono al cuneo. Ma se noi possiamo calcolare che in un cuneo di base, ad esempio, eguale a 2, e di altezza eguale a 16, un peso come 1 farà equilibrio a una resistenza di 16, dobbiamo far calcolo dell' attrito ch' è proporzionale alle pressioni esercitate dalla resistenza contro i lati del cuneo. Chiamando P e P′ coteste pressioni, ed a il valore dell'attrito relativo alla materia della resistenza, essendochè l'attrito è proporzionale alle pressioni, la totale somma degli attriti sarà

$$a\,P + a\,P'.$$

Nel cuneo isoscele e regolare, avremo $a\,P = a'\,P'$, ed inoltre P = all'altezza A del cuneo divisa per la sua lunghezza L. Quindi

$$a P + a P' = (a + a)\,P = 2\,a\,P = 2\,a\,\frac{A}{L},$$

valore dello sforzo dovuto all' attrito che la potenza P ha da vincere, e di cui dovrà eccedere la sua quantità oltre l'accennata proporzione della base coll'altezza. Senonchè parlando del principio che dee presiedere la cognizione e costruttura d'ogni fatta di strumenti destinati al lavoro della terra, l'investigazione più accurata di quest'attrito ne riuscirà opportunissima.

Art. V. Studio generico de' motori e de' meccanismi.

2612. La rassegna brevissima de' motori impiegati in agricoltura terminerà questo cenno di MECCANICA AGRARIA, il cui sviluppo si troverà grado a grado ricorrendo vantaggioso per illuminare l'agronomo, non acciò debba esso materialmente costruire i diversi ingegni e strumenti rurali, ma perchè sappia apprezzarne il merito effettivo, conoscerne i difetti, e suggerirne anche all'uopo le modificazioni e dirigerne l'impiego. Vidi agronomi illustri acquistare con gran dispendio macchine rurali, e riporle in un angolo abbandonate perchè riuscite nell'uso pratico inette ad adempiere al loro ufficio: ma qualche cognizione meccanica ad alcuni avrebbe appreso, se le locali condizioni de' loro poderi ne ammettevano l' impiego economico: o se avrebbero potuto con lievi modificazioni renderle adatte al fine cui doveano conseguire: se taluno non ne trasse costrutto perchè non seppe collocarle acconciamente, ovvero adoperarle valendosi di operai, come suol dirsi, del mestiere. Parlando de' cereali, dirò i modi di mieterli, le macchine inventate, e proposte per farlo: parlando del treb-

---

(1) Si ha dai triangoli simili ABC, IDO

DO : DI : IO :: AB : AC : BC,

chiamando F la potenza P, P′ le pressioni dall'essere IO = DII risulta

F : P : P′ :: AB : AC : BC,

se K sia un numero qualunque, avremo

F : P : P′ :: K × AB : K × AC : K × BC.

E quando questo numero K rappresenti la larghezza del cuneo K × AB, sarà la superficie della sua testa K × AC, e K × BC quella de' suoi lati.

biarli, dirò de' trebbiatoi, non che degli altri strumenti più antichi, più semplici, ma non manchevoli di grosse mende: parlando de' ventilatori, de' crivelli cilindrici ed altrettali ingegni oltre gli aratri, le zappe da cavallo ecc. ecc. descriverò il meccanismo, i pregi, gl' inconvenienti di ciascun attrezzo o macchina speciale. Però chi vorrà persuadersi delle pratiche norme che avrò a rinsegnare, dovrà tener presenti a capello i seguenti brevi ma importanti riflessi generici sul *primo mobile* e sulla qualità del *motore* di cui dee questi raccogliere e trasmettere l'azione al *meccanismo* (§ 2507).

2613. **Le varie specie di motori** si distinguono (§ 2582) secondo che traggon sorgente dalle forze inerenti e caratteristiche della sostanza *materiale*, dell'*eterea*, o dell'*organica*. Per la potissima ragione del *tornaconto*, l'agronomo dee ripartirli in due classi di *gratuiti*, o non *gratuiti*: ma nello studio pratico, quale compete ad un semplice schizzo di MECCANICA AGRARIA, la distinzione più alla mano è quella di *motori inanimati* ed *animati*, la cui rassegna, ristando a quelli più importanti per l'agricoltore, s'epiloga come segue:

Motori inanimati
- Gravità
- Aria
- Acque correnti
- Calorico = Vapore, ed Aria riscaldata.

Motori animati
- Uomo
- Cavalli e Giumenti
- Bovi ecc.

Le *azioni chimiche* difficilmente potranno servire quali forze motrici per agricole applicazioni: d'altronde per la violenza con cui si sviluppano, raramente si governano secondo i dati e le leggi della MECCANICA, in guisa da poterne calcolare l'efficacia e il vario grado d'utilità. L'*elettro-magnetismo* probabilmente prenderà posto fra i motori analoghi al vapore d'acqua (1). L'umano ingegno, dappoichè seppe chiamare a sussidio della tecnologia le scienze da cui solo può trarre i suoi più saldi principii, non si starà contento di coprire la superficie terrestre d'una rete di fili elettrici affinchè con prodigiosa sollecitudine il pensiero e la parola facciano il giro della Terra. La invenzione di DAL-NEGRO perfezionata dal BOTTO e dal JACOBI fa conoscere che l'elettrico è tale agente potentissimo della Natura, da doversene trarre applicazioni, quanto quelle del calorico, meravigliose. Ma l'agricoltore dee limitarsi a vantaggiare, quando gli torni in acconcio, degli ingegni noti e sperimentati, lasciando all'altre industrie ed al commercio i tentativi; conciossiachè l'agricoltura incontri anche troppi cimenti d'altro genere, in causa delle atmosferiche, commerciali e politiche vicissitudini. Perciò l'agronomo si riguardi dallo sperare di muovere i suoi veicoli, aratri, ed attrezzi come alcuni credono di poter viaggiare in carrozza, cioè senz'altro motore, che quello con cui fanno girare tavole e cappelli. L'ago calamitato sembrava insensibile rispetto agli altri metalli, in fuori del ferro.

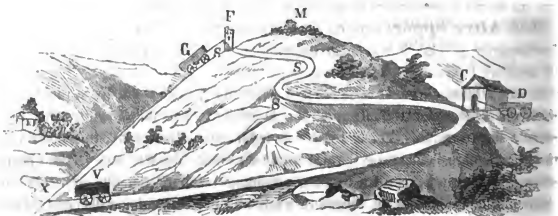
(1) Avrei potuto dire, anzichè analoghi, preferibili al vapore, perchè da quanto può dedursi dai tentativi fatti dal PAGE ed altri, sarebbe assai minore la probabilità dei quattro maggiori pericoli fin ora *inseparabili*, a stima del BARALDI, dal servizio della locomotiva a vapore, lo *sbalzo dalle rotaie*, l'*urto d'incontro*, l'*esplosione* e l'*incendio*.

L'ARAGO ne sospese uno sovra un disco di rame in rotazione, e quantunque tra il disco e l'ago collocasse una pergamena tesa ed immobile affinchè il fenomeno non si attribuisse a scuotimento dell'aria, appena il disco di rame ponevasi in movimento, l'ago pure si muoveva per seguirlo. Perciò l'ARAGO a ragione sentenziò il prodigio de' cappelli e tavole semoventi rientrare nella categoria de' fatti fisici conosciuti senz'uopo di dedurne l'esplicazione da influenze misteriose (1), da cui perciò non sono da sperare i prodigi che già parecchi millantano.

[1] Motori inanimati.

Gravità.

2614. Il **peso** de' corpi è il *motore* di molte macchine, ad esempio degli orologi delle torri ecc. Ma il vero *motore* è la forza che rimonta il peso affinchè nella sua discesa possa dare il movimento al *meccanismo*. Vi sono tuttavolta parecchie combinazioni in cui si può profittare del *peso* de' corpi per avere una forza motrice senz'uopo di farli rimontare. La figura 687 può darne prontamente l' idea.

Fig. 687.

Sul monte M occorre, ad esempio, costruire un edificio, un mulino a vento, o in qualunque modo trasportarvi materiali pesanti, dal suo piede X. Contemporaneamente s'abbia cava di marmi, pietre, o altro a quella cima M, il cui spaccio richiegga di farli discendere al medesimo posto X. Gli è ovvio comprendere, che se il veicolo G discenda carico delle pietre di cava, mediante catena girevole attorno ad un punto stabile F, ed acconciamente applicata lungo la strada S S S fino ad attaccarsi al veicolo V destinato a far salire gli altri materiali, il peso di G nella sua discesa pel piano inclinato M X, tirerà su per

(1) *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences,* 23 Mai 1853. L'ARAGO non ha citato in questa Sessione la sua più antica scoperta sopra riferita dell'ago calamitato, limitandosi alle vecchie sperienze dell'oriuolaio ELLICOT inserite nelle *Transazioni filosofiche.* Di due orologi a pendolo chiusi in casse separate, distanti tra loro due piedi inglesi, ma sospese a un regolo di legno fisso nello stesso muro, l'uno andava, e l'altro era fermo: dopo alcun tempo questo si metteva in moto da sè, in forza delle vibrazioni impercettibili trasmesse dal primo pendolo al secondo a traverso i corpi solidi compresi tra le due macchine. È poi maraviglievole la diminuzione di moto fino a riposo compiuto che avveravasi nel primo orologio, mentre l'altro a poco a poco raggiugneva il suo movimento normale. V. nota 3 al § 2509.

l'erta della strada S S S il peso V. Le condizioni principali perchè quest' ingegno, che ne rappresenta il *motore alpino* dell'ingegnere GALVANI, serva con profitto, sono:

2615. 1ª Condizione di successo. Il veicolo G e il veicolo V devono concorrere amendue negli stessi punti F ed X a modo che quando G parte da F, il veicolo V parta da X, ma G compia la sua discesa precisamente nel punto X, come V la sua salita in F.

2ª Condizione. La costruzione dei due carri, o *veicoli*, o *vagoni* che vogliano dirsi, deve essere tale che G giunto coi materiali da discendere in X, scaricatone in quel punto, possa ricaricarsi de' materiali che deon salire verso F.

Mancando queste due condizioni converrebbe rimontare vuoto il veicolo G dopo scaricato in X, e in pari tempo far discendere a vuoto il veicolo V, dopo averne depositato il carico in F.

3ª Condizione. Il lavoro dee occorrere per lungo tempo, altrimenti le spese di costruzione delle strade o piani inclinati per ascendere e discendere i gravi, quelle dei veicoli e di tutto il meccanismo di quella specie di catena continua, riusciranno sproporzionate e incomportevoli.

4ª Condizione. La quantità totale del peso da discendere dee superare quella del peso da rimontare, di quanto importa tutta la forza perduta per vincere gli attriti e conservare in azione l' intero meccanismo.

2616. Altre opportunità. Alcune strade ferrate hanno la denominazione d'*automotrici* perchè il *convoglio* discendente sussidia il *convoglio* ascendente nel montare l'opposta china dello stesso poggio per cui quello discende. Infatti nella stessa figura un *convoglio* rappresentato da G nello scendere verso X potrebbe *rimorchiare* di certa guisa un *convoglio* D, il quale giunto in M servirebbe a facilitare la salita d'altro convoglio successivamente pervenuto alla stazione C. Ma senza entrare nella messe delle strade ferrate, nel XXIII LIBRO ricorrerà opportuno indagare se tanto legname che inutilmente infracida in fondo a' botri e burroni, in ispecie di abeti ed altre conifere, nelle spaccature delle grosse alpi, come raffigurasi in B (fig. 688), si possa conseguire di estrarnelo, sollevandolo mediante il peso di quello da discendere per la china C S S.

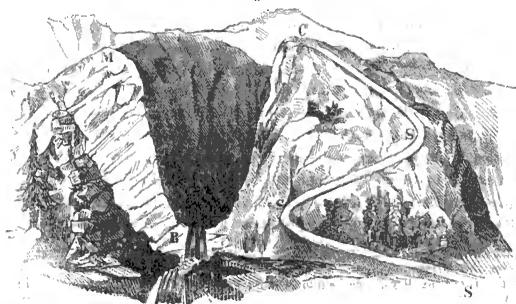



Fig. 688.

Delle quali applicazioni della gravità per uso di forza motrice non è da tener sì lieve conto come fino al presente s'è fatto dagli agricoltori dedicati alla coltivazione forestale. La Natura generosa si offre e si presta con tutte le sue forze ad utilità della sua più nobile creatura, e troviamo, sino in moltissime cime delle più maestose giogaie, serbatoi inesauribili d'acque, onde LEONARDO DA VINCI ebbe a consigliare il modo di profittarne (1).

2617. Tra i **motori gratuiti** può in qualche modo riguardarsi la *gravità* quando, secondo l'esposte applicazioni, si ha d'uopo della simultanea discesa e salita di due specie di materiali pesanti. Ma generalmente il meccanismo per valersi dell'un carico per rimorchiar l'altro, è dispendioso di prima costruzione, e molto anche per l'esercizio e conservazione successiva. Il valersi poi della discesa di pesi con carico inutile, ovvero di alcun' altra forza motrice per rimontare il motore disceso come negli orologi ecc. fa considerare la gravità tra i motori non *gratuiti*, ad onta che realmente la forza dell'acque correnti non altro sia veramente che un effetto della *gravità*, e nulla abbiavi di più gratuito del sussidio che offre la secchia vuota discendente per far ascendere la sua compagna ripiena.

Aria.

2618. **Vento.** Una carrata di fieno, tirata colla velocità di 2 metri per minuto secondo, presentando una superficie di 3 metri quadrati, incontro a vento dotato della velocità di 20 metri, esigerebbe una maggior forza traente, equivalente a circa 120 chilogrammi (2). Dato bastevole per far comprendere che l' impiego del vento tanto apprezzato nella marina, meriterebbe applicazioni più estese e perfezionate, anco negli opificii di terra: conciossiachè se ventando di fronte ne consegue quell'aumento di resistenza, per converso ventando alle spalle dee risultarne corrispondente sussidio alla forza motrice. L'irregolarità del vento è per certo la causa principale che l'agricoltura non ne applicò la forza in modo generale, sia per prosciugamenti, o per irrigazione, o per trebbiar grani, o per crivellarli ecc. Ora spira quando non se n'ha d'uopo, ora tace durante stagioni in cui tornerebbe vantaggioso: inoltre, ora soffia troppo impetuoso ed ora troppo insensibile: infine talora comincia con direzione favorevole, e finisce in senso contrario o viceversa. Tuttavolta nel trattare que'subbietti di prosciugamenti ecc. si rileverà quanto importi estenderne e migliorarne l'uso, fatto assegnamento sulle indispensabili nozioni di AGRARIA METEOROLOGIA.

2619. La quale METEOROLOGIA (LIBRO II) e l'IDROLOGIA (LIBRO III) contengono poi speciali chiarimenti senza di cui impossibile lo apprezzare il valore economico dell'applicazione della forza del vento ne' lavori rurali. La resistenza R de' corpi in movimento entro un fluido, ovvero quella cui soggiace un corpo in riposo per l'azione di un fluido in movimento, si misura dal prodotto della densità D del fluido, moltiplicata per la superficie S del corpo, e pel quadrato,

(1) LEONARDO DA VINCI. *Del moto e della misura dell' acqua.* Loc. cit., Libro IX, Cap. VI ecc.
(2) GASPARIN. *Mécanique agricole.* loc. cit., pag. 12.

V^2, della velocità del corpo o del fluido, ed inoltre per un valore o coefficiente K, non tanto facile a determinare. Sarà dunque la formola

Resistenza $R = K\,D\,S\,V^2$.

Nel nostro caso il fluido è l'aria in movimento, la cui densità quando la temperatura sia di 12° C, e la pressione barometrica 75°, risulta

Densità $D = 0{,}06253$.

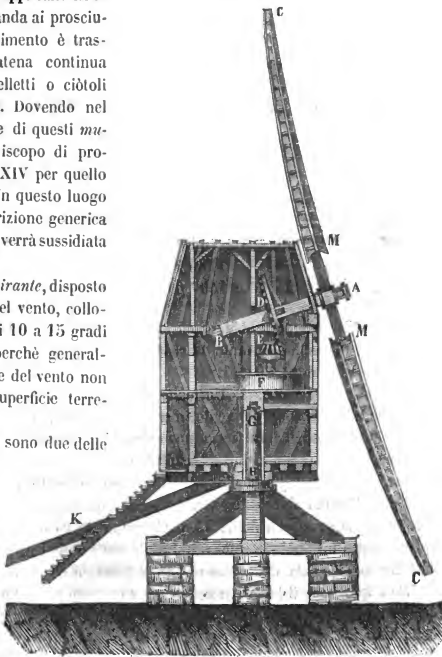
Quel coefficiente K dipende dalla forma del corpo, dalla sua grandezza, dalla differenza di pressione del fluido sulle due facce del medesimo, e sovra i suoi lati e contorni. Stando ad esperienze dei THIBAULT, DUBUAT, DUCHEMIN, PIOBERT ecc., il PONCELET ritiene per valor medio di K nel caso dell'aria in movimento, $K = 1{,}85^2$, onde la formola diviene

Resistenza $R = 0{,}11568\ S\,V^2$.

2620. Le **macchine a vento,** più generalmente note sotto nome di *mulini a vento,* oltre alla macinatura de'grani, s'applicano nelle Fiandre ed in Olanda ai prosciugamenti. Il movimento è trasmesso a una catena continua guernita di cappelletti o ciòtoli assai voluminosi. Dovendo nel XII LIBRO parlare di questi *mulini a vento* per iscopo di prosciugare, e nel XIV per quello d'irrigare, giova in questo luogo un cenno di descrizione generica de' medesimi, che verrà sussidiata dalla fig. 689.

Fig. 689.

A B *albero girante*, disposto nella direzione del vento, collocato ad angolo di 10 a 15 gradi coll' orizzonte, perchè generalmente la direzione del vento non è parallela alla superficie terrestre.

C M e C M sono due delle quattro *ale* destinate a ricevere l'azione del vento; presentano quattro superficie quasi rettangolari, assicurate a quattro braccia fisse perpendicolarmente all' albero A B, a guisa di croce. La lunghezza totale tra gli estremi C e C, è circa 26

metri, e la superficie dell'*ale* di larghezza 2 metri, ed 11 di lunghezza lascia da M ad A uno spazio libero di circa 2 metri. Acconcia intelaiatura con traverse, assicura la tela che forma l'anzidetta superficie. Naturalmente è questa inclinata, ossia obliqua, perchè se ricevesse di fronte il soffio del vento ne ritrarrebbe una spinta allo indietro, e non mai un impulso alla rotazione per un verso od un altro: se per contrario l'*ala* si offerisse al vento, come suol dirsi, di taglio o di coltello, resterebbe immobile. Nelle migliori macchine la obliquità è regolata in modo che la porzione dell'*ala* verso M, formi un angolo di 60 gradi colla direzione dell'albero A B, e la parte più lontana verso C, lo faccia di 80 gradi. Differenza d'obliquità giustificata dalla maggiore velocità con cui muovonsi le parti più lontane a confronto delle più vicine al centro, in tutti i movimenti di rotazione (§ 2550).

D *ruota dentata*, fissa nell'albero A B, destinata mediante la lanterna E a trasmettere il moto dell'albero A B all'asse della macina F, il quale asse forma perno alla detta lanterna E. Quando la *macchina* a vento è destinata ad altri usi, la lanterna E è fissa ad un fuso il quale mercè gl'ingranaggi o roteggi necessarii, eseguisce quel lavoro meccanico cui si destina.

2621. Il **lavoro meccanico** del vento fu apprezzato dal COULOMB sovra cinquanta mulini, e il GASPARIN ne porge il seguente risultato, che ne servirà di guida in appresso salvo le modificazioni discendenti dalle avvertenze che soggiungo:

	Velocità del vento per minuto secondo	Pesi sollevati	Altezza cui s'innalzano per min. sec.	Lavoro meccanico: Complessivo	Lavoro meccanico: Per met. qu.
I.	metri **2,274**	chil. 49,9	0,487	ch. m. **24,50**	ch. m. **0,50**
II.	» **4,000**	» **186,0**	0,487	» **90,58**	» **1,12**
III.	» **6,466**	» **1180,7**	0,487	» **579,58**	» **7,17**
IV.	» **9,095**	» **1597,6**	0,487	» **778,03**	» **11,86**

Quando adunque si abbia *buon vento* (§ 2285), il lavoro meccanico è in proporzione di quello derivante da *vento moderato* o *debole* (§ 1975) :: 11,86 : 0,50, cioè quasi :: 40 : 1.

2622. **Avvertenze.** 1ª Un piano di tèla, o altro fisso ed immobile normalmente alla direzione del vento, mentre ne riceve l'urto contro una faccia, mantiene a tergo dell'altra faccia una piramide o cono d'aria ferma (non un vuoto come presumono alcuni meccanici), piramide o cono la cui base è la faccia medesima di quell'ostacolo. 2ª Non si può misurare il lavoro meccanico degli opificii mossi dal vento sulla considerazione della resistenza d'una superficie immobile contro un fluido in movimento, ovvero d'una superficie in movimento entro un fluido in riposo. Nel problema in questione, muovonsi il corpo ed il fluido, cioè l'ala del *primo mobile* (§ 2597) e l'aria. 3ª Quando il *primo mobile* è in azione, il lavoro meccanico dee crescere per virtù della velocità acquistata dal *primo mobile* medesimo. Nel caso dell'ostacolo fisso, una porzione della forza del vento si riverbera contro se stessa; invece nell'*ala* mobile dell'opificio a vento, questo fuggendo prontamente esercita una specie di chiamata dell'aria sopravvegnente. 4ª Negli edificii più comuni, allorchè il vento eccede il

buon vento, o i 9 metri circa per minuto secondo, non si può vantaggiare oltre nell'effetto o lavoro meccanico, perchè conviene diminuire la superficie dell'*ale* che ricevono il vento, altrimenti l'opificio, o almeno il *primo mobile* corre pericolo di guastarsi. 5ª L'estremità dell'*ala* va sempre più veloce del vento: nel rapporto ::4 :1 se il mulino è vuoto e ::2,6 :1 quando il meccanismo cui s'applica produce il *massimo* di effetto utile. L'effetto dinamico secondo le sperienze dello Smeaton è proporzionale alla superficie dell'*ala*, ed al cubo della velocità del vento.

Acque correnti.

2623. **Stazatura** dell'acqua chiamano alcuni la misura d'un volume di acqua in movimento, e nel III Libro si dirà di qual modo s'eseguisca, mentre in questo si notarono a sufficienza i problemi più generali della *dinamica dei liquidi* o *idrodinamica* (§ 2177 e seg.). Aggiungo i riflessi relativi ai tre casi più generali di *stazatura*.

1° L'acqua sgorgante per un orificio si misura colle regole esposte al § 2183 e seguenti.

2° Quando corre in un canale di uniforme pendenza e larghezza, si moltiplica la sezione del *perimetro bagnato* (il quale naturalmente è d'ordinario inferiore alla sezione intera del canale) per la velocità dell'acqua: onde chiamando la quantità d'acqua Q, la sezione S, e la velocità V, la *stazatura* si deriva dalla semplicissima formola,

$$Q = SV$$

3° L'acqua tracimante un risciacquatoio, un recipiente qualunque, si misura notando in primo luogo l'altezza che ha il livello dell'acqua del recipiente, o canale, sul piano della soglia da cui si riversa, e quest'altezza si misura ad un metro almeno di distanza dalla soglia medesima: poscia, trovata la velocità (§ 2180) corrispondente a quell'altezza, si rileva la portata (§ 2187). Si può eziandio usare metodi pratici approssimativi, la cui indicazione torna più opportuna nel III Libro.

2624. La **forza** disponibile d'una corrente sostenuta da una chiusa, eguaglia il prodotto del peso dell'acqua cadente per l'altezza del salto. Il peso dell'acqua è di 1000 chilogrammi per metro cubico (§ 414): sia Q la quantità che tracima dalla chiusa per minuto secondo ed A l'altezza della medesima. Il valore meccanico della forza sarebbe

$$F = 1000\ Q\ A^{\text{ch. m.}}$$

esprimente il numero di chilogrammi che verrebbero innalzati per ogni minuto secondo, all'altezza d'un metro, in forza di quella quantità Q d'acqua cadente dall'altezza A. Nota la velocità, se ne desume l'altezza del salto dividendo il quadrato della velocità per 19,62 (§ 1909) ossia con questo mezzo si calcola la forza naturale d'una corrente di cui si approfitti senza bisogno di chiusa. Ad esempio per una corrente la cui quantità d'acqua per minuto secondo sia di 3 metri, con la velocità di 0,60, nella data formola porremo il valore di Q=3

e in vece di A sostituiremo il quadrato di quella velocità 0,6, diviso per 19,62 cioè

$$A = \frac{0{,}6^2}{19{,}62} = 0{,}018$$

da cui ritraesi

$$F = 1000\,Q\,A^{\text{ch. m.}} = 1000 \times 3 \times 0{,}018^{\text{ch. m.}} = 54^{\text{ch. m.}}$$

Il leggitore benevolo tenga a calcolo l'esposto dato importantissimo. Un canale il quale rechi tre metri cubici d'acqua per minuto secondo, con una velocità di sessanta centimetri pure per m. s., procaccerebbe la forza sufficiente per innalzare più di un mezzo quintale in peso per minuto secondo all'altezza di un metro. Ma rammentiamo che per riuscire a quest'intento occorre il *primo mobile*, poi il *meccanismo*, infine lo *strumento*, e tutti consumano porzione dell'indagata forza motrice.

2625. Il **lavoro meccanico** prodotto dall'acqua è proporzionale alla sua quantità, e velocità. In questo luogo si prescinde dal valor dell'acqua per la irrigazione, nel qual caso esso è proporzionale alla quantità, ove pari l'altre condizioni di qualità, di cui non è ora da intrattenersi. Non sarà disutile esaminare di volo i calcoli offerti dal GASPARIN sull'estimazione comparativa del prezzo del *lavoro meccanico* dell'acqua. Prescelgo quelli del GASPARIN perchè togliendoli da un *Corso d'Agricoltura* varranno a persuadere viemmeglio della convenienza, o piuttosto della intrinseca importanza, per l'agronomo, delle presenti nozioni.

2626. **Calcolo generico.** La forza d'un cavallo è $75^{\text{ch. m.}}$ per 1'' ed ha per valore nell'industria l'equivalente di 2 lire italiane. Sulle tracce dei valori ordinarii, s'istituisce questo confronto:

L'*irrigazione* si può pagare 30 o 40 lire per $10000^{\text{m. c}}$, cioè tre centesimi e mezzo ogni 10 metri cubici d'acqua. Ora

Quando metri cubici 0,012 d'acqua, cadendo dall'altezza di 6 metri offrono il lavoro meccanico di $75^{\text{ch. m.}}$, in 6 mesi si consumeranno m^i c^i 182160 d'acqua il cui valore a lire 0,0035 risulta . . . . Lire	637	56
Quando $75^{\text{ch. m.}}$ risultanti da m^i c^i 0,024 d'acqua cadente da 3 metri, aggiungono in 6 mesi il consumo di m^i c^i 361320, valgono, a Lire 0,0035 . . . . Lire	1275	12
Quando $75^{\text{ch. m.}}$ risultanti da 1 metro di altezza di caduta di m^i c^i d'acqua 0,72 impiegano in 6 mesi 1092960 m^i c^i, valgono a Lire 0,0035 . . . . Lire	3825	30

2627. Per ottenere il lavoro meccanico di $75^{\text{ch. m.}}$, si richieggono, o soddisfano adunque

1°	Metri cubici d'acqua	0,012	col salto di 6 metri
2°	id.	0,024	. . . 3 metri
3°	id.	0,072	. . . 1 metro

Nel primo caso il consumo d'acqua in sei mesi è di metri cubici 182160, cioè quello che basta per irrigare 25 volte . . . . Ettari 8,50

Nel *secondo* caso il consumo d'acqua ascende a metri cubici 364350, che possono bagnare 25 volte . . . Ettari 17 —

Nel *terzo* caso il consumo è di m^i c^i 1092960 che bastano per inaffiare 25 volte . . . . Ettari 51 —

Ma il costo del cavallo-vapore, cioè quella forza o potenza di 75 ch. m. per l'industria costerà, calcolando l'intero anno di giorni 365 . . . . Lire 730 00

Onde si comprende che la convenienza di destinare l'acqua all'irrigazione anzichè al moto di macchine industriali, cresce quanto più diminuisce la di lei caduta. Infatti nel 1° caso l'agricoltore dovrebbe pagare 730 lire per equivalente dell'impiego di metri 0,012 d'acqua, che a Lire 0,0035 dà la differenza di 730 — 637 = 93 in perdita: mentre nel 2° caso la differenza è tutta in vantaggio ed ascende a 1275—730 = 545, e più nel 3° aumentando a 3825—730 = 3095. Soggiugnerò un supposito pratico, anche più esplicito.

2628. L'**esempio** si riferisca a un volume d'acqua di mezzo metro cubico, con caduta di 20 centimetri: avremo

$$(1000 \times 0,^{m}50)\ 0^{m},20 = 100\ ^{ch.\ m.}$$

Risultano 100 chilogrammetri per minuto secondo: i quali ponno innalzare per giorno 864 metri cubici all'altezza di un metro. Ma questa quantità d'acqua è atta eziandio ad innaffiare un ettaro di terreno, o per meglio dire otto, o quindici ettari se basti l'irrigare ogni otto o 15 giorni. Valutando a Lire 35 per ettaro il vantaggio di poterlo inaffiare, l'utilità di quel mezzo metro d'acqua diverrebbe 280 Lire, ovvero 560 di confronto a Lire 200 calcolati semplicemente come forza motrice a ragione di Lire 2 per chilogrammetro.

2629. Le **macchine idrauliche** si distinguano in due categorie. L'una comprenda le macchine l'effetto delle quali è innalzar l'acqua, ma con motori di varie specie: l'altre quelle il cui motore è l'acqua pur dessa, ma lo scopo può essere qualunque altro lavoro meccanico oltre quello di sollevar l'acqua medesima. Seguitando il metodo del GASPARIN generalmente si ordinano in 9 classi.

Fig. 690

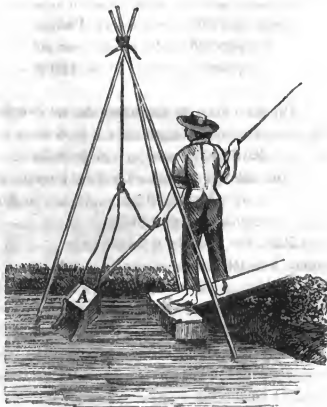
I. MACCHINE a *percussione* = la gottazza, la pala: un uomo in 8 ore colla sola pala solleva 48000 litri d'acqua a un metro d'altezza: ma questa classe di macchine, in cui si comprende la gottazza a castello rappresentata nella figura 690 entrano nella categoria di quelle agenti

con motori animati. Una ruota girante per virtù d'una corrente entro acconcia corsia, farebbe salire l'acqua mercè la percossa data colle sue ale; ma si troverà nel III **LIBRO** assai modico il suo effetto, salvo il caso di condizioni speciali.

Fig. 691.

II. **MACCHINE** *agenti per aderenza*. La funicolare del **VERA**, è una corda continua che passa sopra una ruota A (fig. 691) collocata sull'orificio superiore del pozzo, indirizzata verso il fondo dalla piccola puleggia B, e ricondotta dal fondo medesimo avvolgendosi nella carrucola C immersa nell' acqua. Imprimendo un energico movimento di rotazione alla carrucola A, l' acqua aderendo alla corda viene a stillare in D entro apposito bacino.

III. **MACCHINE** *agenti a colpi*. L' ariete idraulico, ingegno al cui perfezionamento tanto s'adoperò il mio si celebre e virtuoso maestro Prof. **MAGISTRINI** si rappresenta nella figura 692 che poi riprodurrò nel III **LIBRO** colle relative dilucidazioni.

IV. **MACCHINE** *agenti per gravità*. Ne danno esempio i secchi appesi ad una stanga mobile attorno ad un fulcro, e fornita nell' altro estremo di un peso il quale scema la forza necessaria per sollevare il secchio quando è pieno. Nel III **LIBRO** si dirà del Noria ed altre ruote a cassette, a secchi, a *rosario* ecc.

Fig. 692.

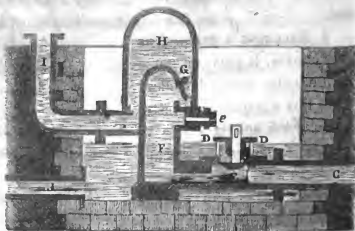
V. **MACCHINE** *agenti per effetto del piano inclinato*. Una cucchiaia con

lungo manico fisso mediante un perno in un palo immobile costituisce gl'altaleni idraulici, di cui le fig. 693 e 694 rappresentano due diverse fogge.

Fig. 693.

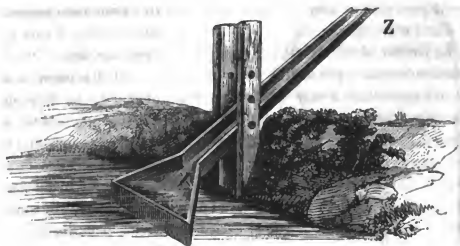
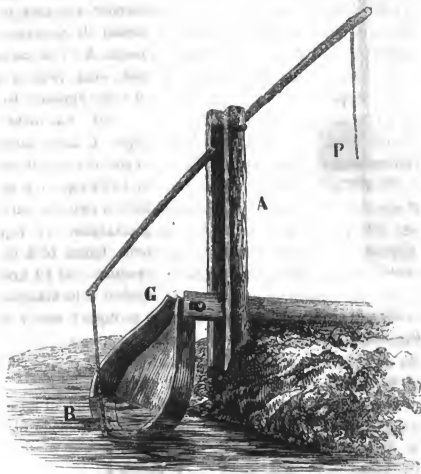



Fig. 694.

VI. **Macchine** ***agenti in virtù della pressione atmosferica.*** Le varie specie di trombe, coi diversi ingegni a stantufi saranno pur subbietto del medesimo **Libro III.**

VII. Macchine ***agenti in virtù della forza centrifuga*** il cui congegno sarà egualmente, in quel III **Libro**. descritto con l'estensione corrispondente all'ap-

plicazione della *turbina* alla trebbiatura del riso, ed anche del frumento, dappoichè diviene ogni giorno maggiormente apprezzata dai buoni agricoltori.

VIII. MACCHINE *agenti per reazione dell'acqua medesima*. Se le *turbine* si veggono impiegate con molto vantaggio per la trebbiatura del riso, le macchine agenti per reazione non sembrano mantenersi in favore nè anco nelle altre industrie d'arti e mestieri.

2630. La **forza dell'acqua** è generalmente gratuito dono della Natura: gran parte nondimeno o per diritto, o per uso, o per abuso si trova in dominio di privati, e l'agricoltore non può valersene senza comperarne la proprietà, o l'annuo impiego. Qualche volta eziandio locali circostanze obbligano a rinunciare al benefizio dell'irrigazione, perchè la spesa di sollevar l'acqua al livello necessario è troppo grave. In generale per innalzarne una modica quantità si richiede una macchina che ne consuma una massa molto maggiore. Quasi sempre dove trovasi una ruota che solleva l'acqua per irrigare, il dispendio sarebbe minore se mediante un canale si derivasse l'acqua medesima in un punto superiore. Nè vuolsi intendere che il costo dell'escavo del canale, in ispecie se di lunghezza notevole, sia inferiore al costo di una ruota o altro congegno idraulico: ma il dispendio annuo del suo esercizio, e il minor volume d'acqua procacciato a petto della diretta derivazione, renderebbero spesso più economico l'erogare un capitale nella costruzione del canale, se la soverchia lunghezza, o le difficoltà del terreno o l'esigenze dei proprietarii del suolo da occupare, o altre circostanze non accrescessero di lunga mano le spese.

2631. Ad **esempio** può riferirsi il supposito del GASPARIN. Una corrente la cui portata sia di un metro cubo per 1″, con caduta di 2 metri, produce una forza di 20000 chil. Le migliori macchine d'egual forza riescono a sollevare 12000 ch. all'altezza d'un metro, o diciamo 1200 chil. a 10 metri. Ecco che in quest'ultimo caso riusciremo a sollevare soli 1200 chil. d'acqua i quali sono la 100ª parte di quel metro cubo, portata della corrente e di cui potremmo compiutamente valerci con l'escavazione di canale protratto fino al punto superiore che soddisfi a quella elevazione. Ne' paesi costeggianti la base delle colline, spesso i piani ondeggianti delle campagne superano d'otto e dieci metri il livello de' torrenti che le intersecano, e non si avrebbe a protrarre ad eccessive lunghezze la costruzione del canale conduttore. Perchè non sapremo noi imitare quel maestro GIANNELLO Cremonese, che in TOLEDO, son già tre secoli, fabbricò « uno stromento per innalzar l'acqua dal fiume *Tago* alla città, il quale « composto di molti doccioni, o vero canaletti che mossi dal fiume per mezzo « d'una ruota l'uno dopo l'altro alzan l'acqua sopra il piano di un monticello, « il quale essendo inaffiato dalla detta acqua si rese oltremodo florito e ver« deggiante? » (1)

Calorico.

2632. Nel CAPITOLO precedente s'è rilevato qual sia la vera forza che investe il vapore della meravigliosa potenza onde fa correre con tanta velocità gli

---

(1) BORGOGNI Gherardo. *Fonte del diporto*, p. 26.

enormi carichi sulle vie ferrate, solcar l'oceano a magnifici navigli senza dipendere dai capricci del vento, e fornisce il più possente motore a tante industrie e officine. Ivi pure si accennò alle nuove macchine ad aria riscaldata (1) ma queste abbisognano ancora di modificazioni e cimenti, onde se n'estenda ed agevoli l'applicazione, la quale d'altronde rispetto allo scopo ed agli effetti con facilità si concorda negli studi che sul vapore è ora d'uopo di breve tratteggiare.

2633. **Vapore.** In tutte le contrade ove mancano venti abbastanza sensibili e regolari, ove non si può disporre d'acque correnti, oppure non si fa luogo ad impiego di forza animale, rimarrebbe perpetuo l'impaludamento, e sterile desiderio l'irrigazione. Lo smaltire l'acque moleste o eccessive, e il vantaggiare delle utili e benefiche, in cotali luoghi deon risultare dono prezioso del mirabile ingegno del *vapore*, o più genericamente dell'impiego della forza d'impulsione della *sostanza eterea* sotto forma di calore (§ 2284). La convenienza economica delle macchine a vapore, o ad aria riscaldata, dipenderà perciò in 1° luogo dal prezzo del combustibile; 2° dall'essere appropriata ad ogni specie di combustibile; 3° dalla semplicità del suo meccanismo che per avventura non dovrà scostarsi dal sistema a rotazione diretta, sin dal 1824 dovuto al PECQUEUR, e dai PONCELET e NAVIER lodatissimo (2); 4° infine dalla stessa attuale infecondità e malsanie di que' terreni il cui riducimento a fertili e salubri ha un valore cui non può alcun dispendio adeguare. Onde ogni nato d'Italia dee esultare plaudendo al favorevole successo che incontra l'applicazione del vapore al prosciugamento nel *comprensorio* Dosso-Valieri in ADRIA (3).

2634. **Calorìa** è la quantità di calore necessaria per elevare d'un grado la temperatura d'un chilogramma d'acqua, e al § 2472 si notarono le *calorìe*, i gradi di calore assoluto di cui sono capaci il *carbon fossile*, il *carbone di legna*, il *legno* e la *torba*. Ma i migliori fornelli raro concedono di utilizzare più de' tre quinti del calore realmente svolto dal combustibile: perciò nel calcolare il valore effettivo di un dato combustibile si moltiplica il numero de' gradi o *calorìe* per 0,50, o al più 0,60. Per trovare il peso che ne occorre, onde ridurre un chilogramma d'acqua di data temperatura T, in vapore a temperatura T', si aggiunga il numero 550 al resto risultante dalla sottrazione del numero de'gradi della temperatura T da quelli della T': poi si divida per la metà del numero delle *calorìe* del dato combustibile, fondandosi questa regola sul detto risultato, che al più i fornelli lasciano utilizzare la metà del suo potere calorifico. Si voglia con acqua a 20° C. produrre del vapore a 150° C. impiegando

---

(1) L'impiego dell'aria riscaldata come motore, è pure invenzione nota da più di due secoli in Italia, giacchè il ZONCA architetto, nel suo *Novo teatro di Macchine ed Edificii*, PADOVA 1621, ne mostra un *girarrosto* mosso dall'azione dell'aria mediante il calore rarefatto.

(2) La descrizione della macchina del PECQUEUR sta nel BULLETIN *de la Soc. d'Encourag.* 1828 (An. XXVII).

(3) Intorno questa notevole estensione di circa ettari 4600, al cui prosciugamento il *vapore* provvede sollevando l'acque stagnanti a metri 2,50, è da leggere l'INCORAGGIAMENTO del 27 marzo e 16 giugno 1855.

i combustibili, le cui *calorìe* ne sono indicate dal § 2472 per raffrontarli nel tornaconto del loro consumo. Si ponga

Pel **Carbon fossile** . . . $\frac{130^\circ - 20^\circ + 550}{7000 \times 0,50} = \frac{660}{3500} = 0,188$

Carbone di legna . $\frac{130^\circ - 20^\circ + 550}{7050 \times 0,50} = \frac{660}{3525} = 0,187$

Legna . . . . $\frac{130^\circ - 20^\circ + 550}{3000 \times 0,50} = \frac{660}{1500} = 0,440$

Torba . . . . $\frac{130^\circ - 20^\circ + 550}{3000 \times 0,50} = \frac{660}{1500} = 0,440$

Se ne dedurrà, che a produrre un chilogramma di vapore a 130° occorrono chilogr. di *carbon fossile* 0,188, di *carbon di legna* 0,187 ecc.

2635. Le **macchine a vapore** di cui può giovarsi l'agricoltura sono di due specie, a *bassa* o ad *alta pressione*. Noterò il *lavoro meccanico* di una macchina a *bassa pressione* col consumo di un chilogrammo di carbone. Indichino

p la *pressione* esercitata dal vapore a 100 gradi; temperatura che d'ordinario acquista nelle caldaie.

p' la *pressione* esercitata dal vapore nel condensatore, la cui temperatura è allo incirca eguale a quella dell'acqua onde la macchina s'alimenta.

Ma la forza, lo stato delle macchine, varia; perciò conviene adottare una cifra la quale sia relativa alla modificazione che ne deriva nell'effettivo lavoro meccanico. Questa cifra sia un coefficiente K il cui valore si stabilisce sui seguenti dati (1):

Forza delle macchine	Valore di K nelle macchine in ottimo stato	in buono stato
Di 4 a 9 cavalli	0,50	0,42
10 a 20 »	0,56	0,47

Rammentando il significato delle cifre decimali (CAP. IV, SEZIONE III) si desume agevolmente che in effetto la conseguenza derivante dall'introdurre quel coefficiente nel calcolo dell'effetto meccanico delle macchine a vapore, si risolve nel ridurlo alla metà nelle macchine in ottimo stato, e circa ai due quinti in quelle in istato ordinario. Il valore poi di p e p', cioè a dire la pressione esercitata dal vapore sopra lo spazio di un centimetro quadrato, venne calcolato dall'ARAGO e dal DULONG sui diversi gradi di temperatura, de' quali trascelgo, come più facili ad avverarsi, i seguenti:

(1) MORIN. *Aide-Mém. de Mécanique pratique*. BRUXELLES 1842. pag. 152.

Per la pressione p		Per la pressione p'	
Temperatura	Pressione	Temperatura	Pressione
90	0,7136	5	0,0004
95	0,8617	10	0,0120
100	1,0030	15	0,0170
112,2	1,5490	20	0,0235
121,4	2,0660	25	0,0314
128,8	2,5820	30	0,0418
135,1	3,0990	35	0,0549
140,6	3,6150	40	0,0720
145,4	4,1520	45	0,0934

2636. La **formola** del lavoro meccanico L prodotto con un chilogrammo di combustibile è

$$L = 100\,000^{ch.\,m.}\ K\left(1 - \frac{p'}{p}\right).$$

Abbiasi per supposito una macchina a *bassa pressione* della forza di cinque cavalli e in ottimo stato, e sia:

la temperatura della caldaia di 100 gradi: sarà p a norma dello specchio precedente = ch. 1,0030;

la temperatura del condensatore 35°, onde p'=ch. 0,055;

la *formola* ne darà

$$L = 100\,000^{ch.\,m.} \times 0{,}50\left(1 - \frac{0{,}055}{1{,}003}\right)$$

onde $L = 50\,000^{ch.\,m.}\,(1 - 0{,}0548) = 4626^{ch.\,m.}$.

2637. Le **macchine ad alta pressione** offrono risultati che si rappresentano cogli stessi elementi, aggiugnendo quello della pressione del vapore, dopo lo scatto. Il coefficiente K ha un valore diverso, dato dall'altro seguente prospetto:

Forza della macchina	Valore di K nelle macchine in ottimo stato	Valore di K nelle macchine in buono stato
Di 4 a 9 cavalli	0,33	0,30
10 a 19 id.	0,42	0,35
20 a 40 id.	0,50	0,42

Non replicherò il riflesso esternato al § 2635. Le pressioni p e p' sono le analoghe di quelle ivi notate: la pressione poi p'' si suole estimare = 0 ch.,90, cioè a nove decimi della pressione atmosferica. La formola generale è la seguente

$$L = 100\,000^{ch.\,m.}\ K\left(1 + 2{,}303 \log. \frac{p}{p''} - \frac{p'}{p''}\right)$$

In una macchina in buono stato da 5 cavalli, se la pressione del vapore nella caldaia sia di 2 atmosfere, sarà

$$p = 2,066 \qquad p'' = 0,90$$
$$p' = 0,055 \qquad K = 0,55$$

e fatto il debito calcolo, risulterà il suo lavoro meccanico di chilogrammetri 76593 (1).

2638. Il **costo** del *lavoro meccanico delle macchine a vapore* dipende

1° dal prezzo del combustibile;

2° dalla natura della macchina;

3° dal costo del servigio;

4° da quello di conservazione della macchina.

Il carbon fossile talora costa 2 lire ogni 100 chilogrammi; l'altre spese per una macchina di 5 cavalli alla pressione di 2 atmosfere non eccedono le 4 lire per ogni 100 chil. di carbon fossile consumato. Quindi il costo del lavoro L dianzi analizzato (§ 2637) importerebbe 6 lire. Ma il lavoro effettivo è sempre inferiore al lavoro teoricamente calcolato. Perciò nelle pratiche applicazioni s' indagheranno opportunamente i più particolari e precisi ragguagli.

2639. Le **macchine a vapore** richiederebbero descrizioni, e spiegazioni d'altronde superflue per l'agronomo, il quale volendo servirsene per applicazioni a rurali emergenze, procaccerà di fare acquisto di macchine eseguite da artefici sperimentati. Inoltre ogni giorno s'aggiungono perfezionamenti alle macchine di questo genere, e si perverrà ad utilizzare una porzione maggiore del calore sviluppato dai diversi combustibili. Ad esempio, nell'atto in cui il vapore cessa d'agire nel cilindro, e dove comunica sia col condensatore sia coll'atmosfera, il vapore trascina ancora assai notevole quantità di calore. Questo inconveniente si volle almeno sminuire cercando d'impiegare quel calore perduto, a vaporizzare un liquido più volatile dell'acqua: sperimentato l'etere, alcuni altri liquidi ed infine il cloroformio vennero costruite *macchine* dette *combinate* dove uno stantufo è mosso dal vapore d'acqua, ad un altro da quello del cloroformio. Rimangono però alcuni altri inconvenienti da evitare, in ispecie la perdita di porzione di questi liquidi, il cui costo è un elemento di spesa assai maggiore di quello dell'acqua.

2640. **Locomobili rurali.** Nella esposizione di Londra, oltrecchè si videro tredici *locomotive* per vie ferrate, fra le quali le grandi macchine del BURY e del TREVITHICK, motori destinati a trascinare enormi convogli con velocità di 60 miglia all'ora, si noveravano quindici macchine *portatili* soprachiamate *locomobili*, esposte nelle gallerie riservate all'agricoltura, e a di lei servigio espressamente inventate e costrutte. Piccole *locomotive*, della massima possibile leggerezza, collocate sovra acconcio carretto a quattro ruote col suo timone, ovvero stanghe per attaccarvi al più due cavalli, affine di trasportare la macchina ove

---

(1) Infatti sarà il lavoro meccanico

$$L = 100\,000 \times 0,55 \left(1 + 2,303 \times \log. \frac{2,066}{0,90} - \frac{0,055}{0,90}\right)$$

ossia $L = 100\,000 \times 0,55 \; (1 + 2,303 \times \log. \; 2,3 - 0,061) = 76593$ ch. m.. V. MORIN. *Aide-Mém. de Mécan. pratique*, p. 231 e seg.

debbasi, o *trebbiar* grani, o dar moto a *taglia-paglie*, o a *trincia-radici*, o a *zangole*, o a *ruote idrauliche* ecc. Per relazione fattane dal GAUDRY (1), la loro forza è di 4 ad 8 cavalli; la caldaia affatto simile alle ordinarie delle locomotrici, e la bocca del fuoco volta da tergo affine di accenderla anche mentre i cavalli la trascinano. È fornita di trombe per l'alimentazione d'acqua, di volano, di puleggia per ricevere una coreggia, e d'un moderatore a forza centrifuga ecc. Il suo prezzo dalle lire **5000** alle **7000**. Nelle grandi coltivazioni queste macchine potranno qualche volta riuscire convenevoli, e forse per lo scopo d'irrigazioni o di prosciugamenti, la facilità di trasportarle, dee tornare di sommo vantaggio. Generalmente però disconverranno alla rurale economia, non tanto pel dispendio del costo primitivo, e quello del combustibile che consumano, quanto per la somma e speciale capacità necessaria negli uomini indispensabili al loro servigio. Nell'IDRAULICA AGRARIA (LIBRO III) farò rilevare gli apparecchi ingegnosi del CALIGNY per costruire trombe senza stantufi e senza valvole. È da sperare che tra breve, eziandio la MECCANICA industriale pervenga a costruire macchine a vapore, con meccanismo meno complicato, e di servigio più accessibile ad operai di campagna.

[2] Motori animati.

2641. Differenze rilevantissime esistono tra i motori *animati* e gl'*inanimati*, e due in ispecie principali. I^a *Discontinuità* di lavoro, perchè la macchina animale esige intervalli sia di riposo, sia per nutrirsi e rifornire l'individuo d'alimenti plastici, dovendo riparare al consumo delle proprie forze; II^a *Moderazione* nell'esercizio delle medesime, conciossiachè l'animale possa per isforzo istantaneo mettere in opera il massimo vigore, ma continuando si ridurrebbe affatto incapace. Estremi bisogni, o soverchia avidità di guadagno, inducono talora l'uomo del popolo a perdurare troppe ore del giorno nel lavoro, o a persistere in fatiche stemperate: o se nol fa egli, costringe ad analoghi eccessi gli animali che conduce: ma non tardano e spossamento, e infermità, quasi per castigo dell' intemperante abuso delle forze animali, a renderne l'uso appieno impossibile. Generalmente parlando, la forza dell'uomo s'applica quasi sempre alle *macchine semplici* che sono sei: *leva*, *carrucola*, *argano*, *piano inclinato*, *vite*, e *cuneo*; quella degli animali più spesso alle *composte*.

2642. Massimo effetto utile ottenibile da un motore animato, opinano i pratici assai comunemente, quello rispondente a quattro noni dello sforzo massimo possibile con velocità zero. Supponi l' uomo atto a sopportare di piè fermo un peso di **150** chilogrammi, il lavoro meccanico utile che può sperarsi dal medesimo risulterà

$$150 \times \frac{4}{9} = 66,66.$$

Questo peso portato con velocità media di metri **0,50** darebbe l'effetto massimo, ma in pratica riuscirà solo conseguibile riducendo il peso a chilogr. **50.**

(1) BULL. *de la Soc. d'Encouragement*. 1852 (51 année), pag. 142-143.

Arroge però una parte di utilità che stabilisce la più caratteristica separazione tra le due classi di *motori animati*, vo' dire tra l'uomo e gli animali. Separazione ch'esser dovrebbe fondamento a rimuovere dall'uomo tanti lavori travagliosi che Natura vuol riservati a bovi, a cavalli od altri somieri, poscia che li fornì di membra e di forza per eseguirli. La qual parte di utilità nel lavoro meccanico è quella che l'uom solo può dare, ma intera soltanto l'uom libero dà: conciossiachè l'inumano delle colonie può forzare il povero negro a smodati travagli, ma questi non si curerà mai di migliorare di minimo passo la coltivazione. L'intelligenza è quella che feconda l'opera del braccio, e che segnala la distinzione de' lavori da eseguirsi dagli uomini, lasciando gli altri tutti alle macchine e ai bruti. I quali perciocchè abbiano essi pure la capacità di apprendere dall'uomo ad eseguire alcuni lavori con certo qual grado di memoria, e di comprendimento dei comandi o degl' inviti dell'uomo, hanno pure attevolezza ad eseguire assai opere che le macchine non potrebbero. Quindi da questi tre gradi di massimo effetto, e limiti che distinguono uomini, macchine e bruti, s'avranno in debito luogo le prove delle rustiche faccende che all'una più che all'altra classe di motori s'addicono. E s'avrà splendida conferma della necessità di adempiere al dovere finalmente compreso dal secolo odierno, di sottrarre l'uomo da tutti que' materiali lavori cui ponno supplire le macchine o i bruti, non potendo spettargli che quelli in cui all'opera della mano s'associa l'altra più nobile dell' intelletto.

L' Uomo.

2645. Dallo **schiavo** al **lavoratore** esiste sì enorme differenza nella produzione del lavoro, da non intendere di qual guisa si persista ancora a violare eterni principii e diritti dell'umana famiglia, per ottenere lavoro assai men valevole, e più dispendioso di quello eseguito dall'uomo libero. La mostruosa ed abbominevole conglomerazione di pessimi uomini che si chiamano padroni, con misere creature che tengono a schiavi, facendo anche astrazione dall' incessante pericolo in cui quelli avvegnachè ricchi e potenti, son pur costretti a vivere; tacendo de' mali orribili d'ogni specie cui gli altri, barbaramente trattati, del continuo soggiacciono, non è soltanto un' infamia de' sordidi e crudeli esseri che l'esercitano; non è solo vitupero ed abbominazione di tutti i governi che non pongono un termine all'orrendo mercato di carne umana, traffico sacrilego, maledetto da Dio; è un assurdo anche economico. E ragione evidentissima n'allega il GASPARIN col confronto del lavoro necessario per la coltivazione delle piante saccarifere. Da un lato l'uomo libero in clima ingrato, coltiva la barbabietola senza esaurire le sue forze, senza sopportare i patimenti dell'uomo schiavo, il quale nel clima più propizio è forzato a coltivare la canna da zucchero. E nondimeno la barbabietola contiene solo il 9 del 100 di zucchero, mentre la canna ne contiene il 18. Il lettore ne deduce di per sè la conseguenza che il lavoro concordato e compensato, è più che doppio del lavoro estorto ed esecrato.

2644. Il **lavoro** dell' uomo distinguesi in due principali categorie; a *còmpito*, ed a *salario*. Il lavoro a *còmpito* è poi diverso se consiste in una

somma prefissa per una data operazione; ovvero se il compenso dee constare da porzione del profitto risultante dalla operazione medesima. Del pari, il lavoro a *salario*, altro è se sia a giornata, ovvero a mese, o infine ad anno. La convenienza economica di queste varie specie di contratti, o vogliam dire mercedi, forma subbietto del LIBRO IX: appartiene solo alla MECCANICA per rispetto al risultamento di lavoro meccanico sperabile, da un operaio piuttosto nell'un modo che nell'altro ricompensato delle sue veglie e de' suoi penosi travagli. Ognuno intanto riconoscerà di leggieri quello essere il lavoro meccanico più energico e più produttivo, che l'agricoltore per proprio conto e sul proprio terreno eseguisce. Ma, il ripeto, nel IX LIBRO la questione più generale ed intera è da riporgere.

2645. La **misura del lavoro** dell'uomo è pure esprimibile colla formola (§ 2583)

$$L = S \times V \times T = S\,V\,T\,,$$

essendo L il *lavoro meccanico*, S lo *sforzo medio* in chilogrammi considerato nella direzione della resistenza, V la *velocità* media in metri, T il *tempo*. Imperciocchè anco il lavoro dell'uomo considerato soltanto nel suo valore meccanico si misura dalla lunghezza del *cammino* percorso, moltiplicato dalla *resistenza* in dato *tempo* superata. Gli è dunque mestieri indagare cotesto *sforzo* S, la *velocità* V e il *tempo* T.

2646. Il **massimo** della forza statica o muscolare dell'uomo ha offerto il soggetto d' esperienze a molti scienziati: tra quali lo SCHULZE rinvenne che l' uomo

1° *tirando* a spalla una corda avvolta in una carrucola, e al di cui estremo spenzoli un peso, l'effetto era

	Massimo	**Medio**	**Minimo**
Chilogr. . .	51,480	47,218	42,120

2° *tirando* invece colle due mani una corda orizzontalmente

Chilogr. . .	49,140	44,577	39,780

Ma le differenze fisiche, morali ed economiche tra uomo e uomo importano variazioni maggiori che non appaiono dai massimi e minimi anzidetti. Oltracciò la qualità stessa del lavoro è pure in maggior grado più o meno favorevole alla diversa struttura fisica dell'operaio. L' alta *statura* (1) gli dà il vantaggio se il richiedi di lavoro con azione de' reni dall'alto al basso, come per far girare una manovella; il peso (derivante non da grassezza, ma dall'esser fatticcio) giova al tirare dall'alto al basso, al premere, all'arrestare un movimento ecc.

(1) A stima del VILLERMÉ, la media *taglia* degli uomini è in ragione della loro fortuna (*Ann. d'hygiène*, n° 2): questa sentenza soffre eccezioni gravissime. La media *statura* delle reclute francesi dal 1825 al 1829 era di metri 1,658; dal 1830 al 1833 di metri 1,655 (D'ANGEVILLE. *Essai de statistique*, pag. 323).

2647. La **velocità dell'uomo** al passo *ordinario* in un minuto secondo è metri 0,80; al passo *accelerato*, metri 1,10: il vedemmo pel soldato al § 1975. Lo SCHULZE, facendo percorrere a 20 uomini un cammino di 5708 m. al passo ben disteso ed eguale, trovò il viaggio fatto per minuto secondo

Massimo	Medio	Minimo
metri 1,755	metri 1,602	metri 1,489

Generalmente un pedone, camminando otto o nove ore per giorno, fa 125 passi per minuto, cioè 7500 all'ora, coincidenti a metri 1,67 per 1'' (1). Ma la *velocità* di cui è quistione, è quella dell'uomo che produce un lavoro, oltre quello di trasportare il proprio corpo. Se lo sforzo S *medio* si considera di chilogr. 47,218, in tal caso non si tien calcolo di velocità, e sussiste quel dato semprechè sia $V=0$. Per converso, se $V = m^1\ 1,602$, contemporaneamente dee essere $S = 0$. Quindi lo stesso SCHULZE ricercò l'effetto prodotto tirando a spalla per far muovere una macchina, alla quale un peso di chilogr. 101 imprimeva una velocità di tre quarti di metro: e quegli uomini la fecero agire con velocità di metri 0,757. Pongasi adunque nella formola $7L$ in luogo di L, percioccchè sette erano gli uomini; poi $S=101^{ch.}$, e $V=0,757$; omettasi il valore di T, giacchè la sua unità è il minuto secondo, e sarà

$$7L=S\times V\times T=101^{ch.}\times 0^{m.}757=\text{chilogrammetri } 76,45,$$

onde $$L=\text{chilogrammetri } 10,9.$$

Valutando a 70 chilogrammi il peso medio dell'uomo, calcolando il peso che porta il soldato a 20 chilogr., quello del merciaiuolo ambulante colla bottega sulle spalle, circa un carico di 44 chilogr., e quello ordinario del facchino a 58 chilogrammi, rileviamo nondimeno che coi detti pesi non possono eccedere per giorno il seguente viaggio:

Camminatore, ossia pedone, chilometri		51
Soldato	»	40
Merciaiuolo	»	20
Facchino	»	12

Confrontando poi l'azione o lavoro utile, lo si rinviene minimo o nullo, sia quando ecceda la velocità, sia quando ecceda il carico. Infatti

	Peso trasportato.	Azione totale.	Effetto inutile.	Effetto utile.
Camminatore .	70	3570000	3570000	—
Soldato . . .	70+20	5627600	5051600	576000
Merciaiuolo .	70+44	2280000	1400000	880000
Facchino . .	70+58	2376000	1680000	696000

Basti per ora questo dato: la differenza tra le tante fatta di lavori eseguibili dall'uomo, non permette, senza lungherie, di apprezzare il cammino che

(1) Ho scelto la media tra diversi dati che indicano gli scrittori di Meccanica. Narra VEGEZIO che i soldati romani percorrevano in 5 ore uno spazio che interpretano equivalere a 6000 metri per ora, con carico di circa 29 chilogrammi.

esso può fare a seconda del diverso impiego della sua forza motrice, e solo il potrò mano a mano ricorranno relative applicazioni.

2648. La **durata del lavoro**, compresa la giornata dell' operaio, è quistione di economia civile pel IX Libro. Nell'aspetto meccanico, il *medio*, dedotti gl'intervalli di tempo del pasto, sommando insieme i giorni lunghi e corti dell'annata, risulta di **7** ad 8 ore. Detraendo poi, siccom'è indispensabile ne' lavori di campagna, oltre i giorni festivi, quelli di cattivo tempo, il numero de' giorni in cui si lavora è circa due terzi dell'anno; il che darà pel lavoro annuo dell'operaio di campagna dalle **1680** alle **1920** ore. Il contadino mezzadro lavora invece molte ore di più per giorno: e meno pochi giorni di rigido inverno ne' quali dèi contare nondimeno 3 o **4** ore impiegate nella stalla pel governo de' bestiami, ed altre **2** circa dai più solerti dedicate a riparare attrezzi, o mondar grani, o anche gramolare canape raccolte da semente, se calcoli le ore di notte che pur occupa nella stalla e nella lavorazione della canapa, o nei viaggi coi ricolti, detratto il tempo dei pasti, troverai il lavoro del contadino oltrepassare le giornate **300**, in cui s'impiega per più di **12** ore, e le **50** in cui si limita alle sei o sette. Il suo lavoro è quindi di

$$\text{Ore } 12\times300+7\times50=3600+350=3950,$$

cioè il doppio del *giornaliere*.

2649. **Qualità del lavoro.** È d'uopo tuttavia introdurre nel calcolo la formola del lavoro meccanico, perchè il contadino, in ispecie il bifolco, eseguisce operazioni in cui il peso, o sforzo S, è discretissimo in confronto del tempo, e qualche volta del cammino che fa. Ad esempio, un uomo può durare a reggere un aratro ben costrutto, assai più ore che non a vangare. Negli stessi lavori poi, chiamati pesanti o gravosi, da operaio ad operaio esistono differenze grandissime, e patenti anche nello stesso individuo se lavori a *còmpito* ovvero a *giornata*. Ne' lavori di sterro, in terreno mobile abbastanza per essere penetrato dalla vanga con poco sforzo, gettando la terra al di fuori ad altezza di circa un metro e mezzo, come accade scavando fossi, o caricando barocci di terra, si rinvengono operai che escavano 20 metri cubici per giorno, mentre altri in egual tempo non ne fanno **14**: perciò **70** giornate de' primi eseguiscono il lavoro di **100** giornate degli ultimi. Nel vangare, si trovano questi risultamenti

	Metri quadrati	Numero di proporzione
Lavoratore, nel proprio campo vanga .	300	**100**
» » a còmpito . . .	282	**94**
» » a giornata . . .	192	**64**

Un buon contadino perciò vanga 1 ettaro di canapaio in **34** giornate, e al possidente ne occorrono 38, se si adatta a un lavoro mediocre, come accade dandolo a *còmpito*, e 52 facendo vangar l'ettaro a *giornata*.

2650. **Altri dati di calcolo** giova indicare, benchè più speciali all'altre industrie, però non di rado ricorrenti tra le molte rusticali faccende. Nel *tiro del mazzapicchio della berta*, la quantità di lavoro consta di **20** chilogrammi di peso rilevato a **1** metro d'altezza, battendo **20** colpi per minuto. Dati **100**

colpi succede un riposo di circa 2 minuti, e si riprende da capo, salvo le ore di pasto come pegli altri lavori. Questo si calcola per giorno di chilogrammetri 100,000.

Nella *manovra dell'argano* ciascuno esercita una pressione di 12 chilogr. contro l'estremità della spranga, camminando con velocità di metri 0,6 per 1''.

Nel *maneggio della manovella* o manubrio che descriva un circolo di 32 centimetri di raggio, l'uomo spiega una pressione di circa 7 ad 8 chilogrammi, ed obbliga la manovella a far 20 o 25 giri per minuto. La quantità di lavoro prodotto in questo caso si calcola a chilogrammetri 172,800 (1).

2651. La **massima quantità di lavoro** è sviluppata dall'uomo col montare un'erta o una scala. La fig. 695 ne rappresenta un'applicazione. Su grande ruota R avvolgesi la corda C C, che ai due capi porta due ampie coppe o palchi, di cui l'uno tocca il fondo F, quando l'altro al superior piano perviene. Giunto il palchetto vuoto al fondo, vi si ripone una carretta piena di terra, mentre l'operaio si colloca con una carretta vuota sul palchetto superiore, e pesando più della terra, fa salire questa al livello superiore S. Pervenuta la terra in S, e l'operaio O in F, quella vien condotta al suo destino, e l'uomo O colla carretta vuota sorte dal palchetto. Nel piano superiore S, di nuovo recasi un uomo con altra carretta vuota, intanto che altra carretta piena riposta nel palco inferiore, è rimontata per effetto della discesa di quel secondo operaio, e mentre il primo per la scala EE risale ond'esser pronto a rinnovar l'esercizio consistente appieno nel trasporto del peso del proprio corpo. Un capo operaio U sussidia questa manovra e ne governa l'andamento. La fatica dell'uomo è quella di risalire di continuo la scala, coll' intervallo di riposo che gli procaccia la discesa; il *lavoro meccanico* è tale da produrre nella giornata di 8 ore di lavoro oltre a chilogrammetri 310,000. Nell' ap-

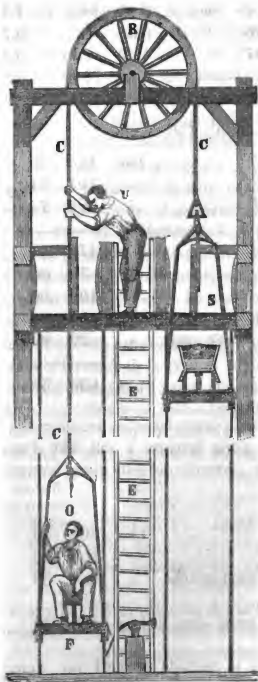



Fig. 695.

(1) MORIN. *Note concernant des expériences sur la machine à fabriquer les tuyaux de drainage.*

plicazione fatta di questo mezzo dal Coignet (1), l'uomo saliva 310 volte al giorno la scala di 13 metri di lunghezza, onde valutando il di lui peso a 70 chilogrammetri, ne risultava il lavoro di $70 \times 13 \times 310 = 382100^{ch.} \times ^{m.}$

2652. Sul **prezzo della giornata di lavoro**, dipendendo lo indagarne i limiti dal costo medio del mantenimento dell'operaio, nel rimandarne i ragguagli al IX Libro, noterò questo solo, che l'*alimentazione dell'operaio* è rappresentata da chilogr. 1,50 di frumento al giorno e il consumo de' diversi individui della famiglia è calcolato dal Gasparin come segue:

	Cifra proporzionale	Porzione di nutrimento relativa al peso	Porzione di nutrimento relativa al lavoro	Totale
L'*uomo* . .	25 ;	frum. chil. 0,67	frum. ch. 0,65	frum. ch. 1,32
La *donna* .	17 ;	» 0,46	» 0,30	» 0,76
3 *fanciulli* .	36 ;	» 0,97	» 1,20	» 2,17

Valutando il frumento a lire 22 l'ettolitro, risulterebbe il valore del nutrimento della famiglia dell'operaio per tutto l'anno

	Uomo	Lire	153	30
	Donna	»	104	34
	3 *Fanciulli*	»	220	75
		Lire	478	39
Convien poi aggiugnere:	*Abitazione*	»	30	00
	Vestiario	»	100	00
	Lumi e fuoco . . .	»	10	00
	Attrezzi e piccole spese	»	20	00
		Lire	638	39

2653. Il qual costo del mantenimento della intera famiglia, ascenderebbe a Lire 1,75 per giorno: ma calcolandosi i giorni lavoratii a soli 241 l'anno (§ 2648) è mestieri che dessa guadagni per ciascuno de' detti giorni lavorativi Lire 2,65.

Che se la donna guadagnasse annue	Lire	100	00
i tre fanciulli	»	150	00
l'operaio capo di famiglia dovrà guadagnarne	»	388	39
per supplire a quella totale spesa di	Lire	638	39

cioè per ognuno de' 241 giorni, gli occorre la mercede di 1,61 per giorno. Quando il prezzo medio del frumento, come accade in molti paesi d'Italia,

(1) Poncelet. *Mécanique industrielle,* § 208.

può considerarsi di lire 16 ovvero di 19, questi calcoli si modificano come segue:

		Frumento al prezzo per ettolitro di		
		Lire 16	Lire 19	Lire 22
Mercede della *donna*	Lire	72 72	86 36	100 00
de' tre *ragazzi*	»	109 08	134 54	150 00
Resta per l'*uomo*	»	246 04	292 29	388 39
	Lire	427 84	L. 513 11	L. 638 39

Quindi resterebbe per la giornata dell'operaio:

	Frumento a		
	Lire 16	Lire 19	Lire 22
Mercede Lire	1 02	1 21	1 61

2654. **Avvertenze.** Il lavoro delle donne alla campagna si può calcolare a circa 200 giornate, per seminagioni, sarchiature, governo de' fieni, messe, trebbiature ecc. ed ove entra la lavorazione della canapa non è dubbio che la donna guadagna oltre le 100 lire l'anno. Ma chi vorrà porle in conto se la moglie dell'operaio è madre, e non può occuparsi alla campagna senza lasciar la custodia della casa a qualche vecchio della famiglia, il cui sostentamento allora importa quasi quanto il guadagno che percepisce la donna? Dei tre fanciulli, forse uno potrà guadagnare 50 lire l'anno, un altro 25, o tutt'al più il nutrimento, impiegandosi nel custodire greggi, o maiali; ma in generale è difficile che i tre figliuoletti guadagnino in complesso 150 lire l'anno. Quanto all'uomo il prezzo può essere più o meno equo, a seconda di quello del vitto, nelle diverse contrade assai differente. Da calcoli medii ed approssimativi la giornata dell'operaio costerebbe infatti

Nella	CINA . .	Lire	0,50
In	ISCOZIA . .	»	1,20
In	IRLANDA .	»	0,85
In	INGHILTERRA	»	1,66
In	GERMANIA .	»	1,09
In	FRANCIA .	»	1,55
In	ITALIA . .	»	1,—

Non ha guari il BARANOWSKI costruiva macchine, da chiamarsi *tassatrici* per offerire prontamente il computo delle mercedi degli operai a giornate, ad ore ecc. (1). Dunque anco altrove, al sopravvenire di pioggia, cessando il lavoro, si contribuisce solo porzione di mercede. Ma il calcolo di coteste frazioni di giornata non dee essere proporzionale soltanto al tempo. L'operaio campestre ha spesso notevole cammino per andata e ritorno, come sarà meglio chiarito pel IX LIBRO.

(1) BULL. *de la* Soc. *d'Encourag.* 1852, pag. 494.

2655. **Prezzo del lavoro** da non confondere con quello della giornata di lavoro. Dall'estimazione del prezzo di certa guisa normale della medesima, si può desumere il valore del *lavoro meccanico*, sulla base della capacità di eseguire uno sterro di metri 15,31 per giorno.

Lo sterro di un metro cubico costerà da	Lire	0,15	a Lire	0,17
La vangatura di 100 metri quadrati	»	0,60	»	0,70

Or pe' lavori che non si eseguiscono da un operaio qualunque, ma solo da quelli dotati di maggior forza ed intelligenza, i prezzi risultano più elevati

Mietere frumento (non allettato)	da	Lire	6	a Lire	9
Falciare un ettaro di erba medica		»	4	a »	5
Falciare fieno di primo taglio		»	3	a »	4

e in cotali lavori l'operaio fa una buona giornata anche di 5 franchi se si tratta del mietere. Se non che mietesi di varie guise e volendo il lavoro eseguito nel modo da vedere a suo luogo, il mietere e legare il grano a dovere, può costare da 15 a 20 lire per ettaro.

2656. Il modo poi d'eseguire un lavoro influisce inoltre sul suo prezzo in quanto all'utilità maggiore che il lavoro eseguito a dovere procaccia a chi lo paga. Alcuni meccanici, entrando nel campo agronomico, affermano l'uso della vanga disdicevole in agricoltura. Stabilito che il vangatore affondi lo strumento 25 centimetri e rivolga 6 chilogr. di terra, vangando 180 metri quadrati per giorno, tenendo a calcolo il peso della vanga, il suo lavoro equivale a 43000 ch. x m., dove computando il peso della sola terra l'effetto riducesi a 34000 ch. x m. cioè al terzo di quello che produrrebbe girando la manovella. Coloro che calcolano di sì fatta guisa, a simiglianza di quelli citati nella nota al § 2545 disconoscono che sia il vangare.

2657. **L'uomo** è atto ad impiegare la sua forza in più maniere, e la quantità di lavoro meccanico che ne risulta è molto differente. Lo sforzo maggiore (1) si verifica nel caso in cui s'applichi a sollevare un peso collocato tra i suoi piedi pervenendo questo massimo sino a 200 chilogr. e qualche volta oltrepassandoli; in generale però d'ordinario non dee forzarsi oltre i 150 chilogrammi. Leonardo da Vinci sagacemente opinava che lo sforzo maggiore di cui l'uomo potesse far prova « *con pari prestezza e movimento si è quando lui fermerà i piedi sovra l'una delle teste della bilancia, e punterà le spalle in qualche cosa stabile: questo leverà dall'opposita testa della bilancia tanto peso quanto lui pesa, e tanto peso quanto lui a forza porta in su le spalle* (2).

Alcuni calcolano che gli effetti utili forniti dall'uomo nel trasporto orizzontale di un carico, 1° tirando un carretto a due ruote, 2° valendosi della *carriuola*, 3° recandola sulle spalle, 4° gettandola col badile, stiano fra loro nel rapporto :: 18 : 11 : 7,6 : 0,6 : del che apprezzeremo a suo luogo l'inesattezza.

Come s'è detto, il *massimo* non dee calcolarsi ne' motori animati, come negl'inanimati: non solo il lavoro meccanico richiede uno sforzo moderato per durare a sufficienza, ma la sua quantità sarà tanto maggiore quanto meno l'azione de' muscoli si scosta dall'esercizio cui sono di loro natura destinati. Lo

(1) Non confondasi lo sforzo maggiore coll'effetto utile massimo di cui al § 2651.
(2) Libri. *Hist. des Mathém.* T. III, pag. 214 in nota.

che spiega in parte il descritto vantaggio del lavorante impiegato a salire la scala colla sola persona, (§ 2651). Se gli si fa recare quella terra ad eguale altezza portandola, il trasporto del proprio corpo rimane lo stesso, ma nella discesa a vuoto il suo peso non produce alcun utile effetto. In generale però tutti i lavori in cui non ha veruna parte l'intelligenza (§ 2642) s'hanno a sostituire con impiego di animali irragionevoli, o di macchine. Il lavoro puramente meccanico invilisce la più nobile creatura: il di lei destino è lungi dal ridursi ad agente esclusivamente materiale al che soltanto per fame o per tirannide può rassegnarsi.

Il cavallo.

2658. Il **cavallo**, oltre il portare, s'impiega d'ordinario al tiro orizzontale nel senso secondo il quale cammina. Sino a 400 chilog. può giugnere il suo massimo sforzo: ma il suo lavoro ordinario si desume dai seguenti dati

Giorni di lavoro = 6 per settimana.
Viaggio per giorno = 28 chilometri.
Velocità = 3 chilometri all'ora.
Forza di traimento = 50 chilogrammi.
LAVORO MECCANICO d'un giorno = 1400000 chilogrammetri.

Nel *maneggio* per conseguire la rotazione di macine ecc., il cavallo s'affatica assai più che ne' lunghi trasporti, in ispecie se il giro che gli tocca percorrere, abbia diametro minore di metri 12,50. In questo lavoro paragonando all'operaio che fa girare una manovella, il cavallo equivale allo incirca a 7 ed 8 uomini. Ne' lavori ordinarii d'agricoltura si calcola corrispondere solo a 5, o 6 uomini.

2659. **L'analisi del lavoro del cavallo** dipende dalla sua struttura, dal suo peso, e dalle qualità della sua razza. La durata del lavoro stesso nella giornata, ha un rapporto in certa ragione inversa della velocità. Un cavallo al *passo* cammina 10 o 12 ore per giorno: al *gran trotto* non si dee forzare oltre una corsa di tre o quattro ore: alla carriera non più di due o tre quarti d'ora.

Il COULOMB calcola il lavoro del cavallo dal tiro uniforme di 45 chilogr., percorrendo 40 chilometri per giorno;

Il DUPIN lo indica nel tiro di 72 chilogr. eseguito da due cavalli coll'aratro facendo tanti solchi che in lunghezza totale eguagliano 26 chilometri:

Lo HACHETTE rilevava dal lavoro di un cavallo attaccato ad un *maneggio*, che faceva uno sforzo equivalente a 100 chilogrammi, percorrendo 16 chilometri al giorno;

Il NAVIER stimava nello stesso lavoro, lo sforzo di 45 chilogrammi e la velocità di metri 0,90 per 1''; in totale per giornata 115,760,000 ch. m.;

Il MINARD calcolava lo sforzo a 40 chil., la velocità a 0,933;

In INGHILTERRA si ritiene che il cavallo collo sforzo di 90 chilogr. nel tempo di 8 ore per giorno, faccia 52 chilometri;

Ne' TRATTATI di MECCANICA presumesi che una bestia da tiro traslocherebbe una resistenza di 700 chilogr. a distanza di 40 chilometri.

Calcolando e riassumendo questi dati, il lavoro meccanico del cavallo riuscirebbe per giornata:

A stima del	COULOMB	chilogrammetri	1800000
»	DUPIN	»	936000
»	HACHETTE	»	1600000
»	NAVIER	»	113760000
»	MINARD	»	1219344
in	INGHILTERRA	»	2880000
ne'	TRATTATI economici		2800000

Investigherannosi nel VI LIBRO le cause di così gravi differenze e della preferenza accordata all'estimazione recata nel § 2658.

Il mulo e l'asino.

2660. **Somiere** o somaro, è aggiustatamente il nome del giumento sì utile (1) e sì strapazzato dall'uomo, perchè la sua attitudine a portar pesi, ed è comune anco al mulo, è maggiore di quella del cavallo. Senza anticipar sulla causa di questa differenza (che al VI LIBRO si troverà nella struttura dorsale) cotesta sorte di giumenti portano egregiamente 0,64 del loro peso. Gli altri pregi di robustezza, sobrietà ecc. non formano subietto di calcolo pel meccanico, sì bene l'attitudine a perdurare nel lavoro più degli altri animali. Regge assai meglio del cavallo ai calori estivi, al lavoro dell'aratro ed a tutti quelli ch'esigono pazienza ed uniformità d'andamento. Sarebbe superfluo aggiugnere altri dati dopo quelli accennati sul cavallo. Il lavoro meccanico sia del mulo, sia dell'asino gli è superiore, semprechè non si avvisi ad effetti ove l'elemento della velocità predomini su quello del peso, ovverosia dello sforzo.

Il bue.

2661. Le **razze** sono tante e sì diverse negli animali d'ogni fatta, ed anche ne' bovini, da rendere malagevole il prefinire la misura del lavoro meccanico che possono produrre. L'elemento della velocità è tuttavia di poco rilievo in ogni specie di bovi, mentre la differenza del carico che ponno trascinare ha qualche rapporto colla massa del bue, e l'ha molto maggiore colle sue forme. La velocità del bue in generale è due terzi di quella del cavallo: ma il lavoro meccanico essendo il risultato del prodotto della velocità per lo sforzo eseguito (§ 2583) non presenta eguale differenza. In Inghilterra tuttavolta il SINCLAIRE stima il lavoro de' bovi ai tre quarti, e in Francia il DOMBASLE ai quattro quinti di quello dei cavalli d'egual *taglia*. Il GASPARIN lo giudica in ragione :: 25, : 33. Io veggo del continuo arare contemporaneamente negli stessi campi bovi e cavalli, e trovo rifermato quello che ho sempre ritenuto, cioè nei lavori superfi-

(1) « L'asino (*equus asinus*) è sicuramente uno degli animali più utili all'agricoltura » F.° RE. *Elem. d'agric.* Libro XI, Cap. VIII. A stima del medesimo « potrebbero recidersegli le orecchie quand'è ancora giovinetto, e guadagnerebbe di più »

ciali e in terreni leggeri o assai mobili, il passo del cavallo vantaggiare appunto il quarto su quello del bue; però scemare questo vantaggio, a mano a mano che la tenacità del terreno, o la profondità del lavoro richieggono uno sviluppo maggiore di forza negli animali (1).

2662. Le **vacche** s'impiegano in molti paesi negli stessi lavori de' bovi; in alcuni però vi si associano soltanto, attaccandole davanti a due o quattro di essi. La loro forza è stimata dal CRUD, a *taglia* eguale, di rapporto :: 2 : 3 con quella del bue: però la velocità è alcun poco maggiore. Ma sì delle vacche che dei bovi si ripiglierà lo studio nel IV LIBRO, riassumendo le opinioni del THAER (2), dell'OLIVIER DE SERRES (3), del DOMBASLE (4), del CRUD (5), di Filippo RE (6), del RICHARD (7), del VILLEROY (8) ecc. Ivi pure s'investigherà se meglio s'adoperi ne' paesi ove si fanno tirare i bovi unicamente colle corna, o in quelli ove soltanto col collo: oppure come io credo e praticasi nell'EMILIA aggiogandoli in modo che del collo e della testa contemporaneamente si giovino.

[3] Degli strumenti ed attrezzi.

2663. Gli **strumenti rurali** sono di molte specie, e riguardando all'uso cui servono, si possono distinguere con Filippo RE (9) in quelli con cui si coltiva la terra, comprendendovi la coltivazione de' cereali, civaie ecc., non che delle piante da orti e giardini: in quelli destinati all'albericoltura: in fine in tutti gli altri occorrevoli per la raccolta, trasporto, conservazione e ulteriore preparazione de' *prodotti*. Ma il loro numero è tale, che torna meglio separarli in 8 classi principali.

I° **Strumenti di sistemazione** primaria, e riferisconsi all'esecuzione degli *ammendamenti stabili primarii:* tali la *ruspa*, il *marrone*, la *mazzeranga* ed altri per isfiottonare, per dissodare, trasportare terreni ecc.

II° **Strumenti di lavorazione** destinati a modificare la tenacità del terreno, penetrando il suolo, rivoltandolo, dividendolo ecc.: tali la *vanga*, l'*aratro*, il *badile* ecc., *frangizolle* ecc.

---

(1) Lascio intatta la quistione se il *lavoro meccanico* del bue costi meno di quello del cavallo, ma non saprei omettere queste due citazioni. *Le boeuf est de facile entretenement, dépends peu en son vivre ordinaire: mais le cheval est la beste de labourage de plus grande despence que nulle autre en son vivre.* OLIVIER DE SERRES *Quelque soit de ces nourritures que l'on adopte, les boeufs loin de diminuer de force et d'embonpoint augmentent au contraire de valeur et couvriront même l'intérêt de leur capital... si même on admet que quatre boeufs de rechange ne fasse pas plus d'ouvrage que deux chevaux, ce travail fait avec des boeufs sera cependant de la moitié meilleur marché que s'il eût été fait avec des chevaux.* THAER. *Les animaux de la race bovine augmentent graduellement de poids jusqu'à un âge assez avancé, et augmentent chaque jour de valeur, par conséquent; tandis que le cheval, dont la nourriture en avoine etc. est fort dispendieuse, arrive progressivement et en avançant en âge à un prix à-peu-près nul, diminue par conséquent de valeur chaque jour.* DE PRADT.

(2) THAER. *Principes d'Agriculture.* T. I, § 160, 166 ecc.

(3) OLIVIER DE SERRES. Lib. II, Cap. 2.

(4) Annales de Roville. T. I, pag. 162 ecc. T. VII, pag. 82 ecc.

(5) Note al § 160 del THAER.

(6) *Elem. d'Agric.* Lib. XI.

(7) PAYEN et RICHARD. *Précis d'Agriculture,* T. II, pag. 188 ecc.

(8) *Manuel de l'éleveur des bêtes à cornes.*

(9) F. RE. Elem. d'Agric. MILANO 1815. Vol. I, pag. 226.

III° **Strumenti per seminare**: tali le diverse foggie di *seminatoi*, i così detti *piantatoi* ecc.

IV° **Strumenti di coltivazione:** tali le *marre*, le *zappe* a cavallo, i *sarchiatoi*, *rincalzatoi* ecc., non che i *potatoi*, *ronche*, *falcioni* ecc.

V° **Strumenti pe' ricolti**: *falci* da mietere, da tagliar fieni, *pettini*, *coreggiali*, *rulli*, *frantoi*, *trebbie*, *trebbiatoi* a macchina, e *gramole*, *maciulle*, *scotole*, ecc.

VI° **Strumenti pe' trasporti**: *cesti*, *barelle*, *carrette*, *barocci*, *carri* ed altri veicoli, comprendendovi i *gioghi*, *collari*, *arredi*, *bardamenti* ecc.

VII° **Strumenti accessorii:** macchine per *asciugare*, per *irrigare*, per *ispandere* ingrassi *liquidi* o in *polvere*.

VIII° **Strumenti per le industrie rurali:** tali quelli spettanti ai processi di *bacologia*, *enologia*, *caseificio*, *conservazione di grani*, *frutti* ecc. di *carbonizzazione*, ecc.

2664. La Meccanica Agraria non può occuparsi dell'azione e dell'effetto dei diversi rurali strumenti, senza le necessarie nozioni del coltivare, cioè dei lavori, semine, arroncature, rincalzature ecc. e via dicendo, delle proprietà dei diversi terreni, del loro stato naturale, agrario, coltivabile, o produttivo ecc. Rimettendo perciò il discorrerne ad altro luogo, mi limiterò ad alcune generiche osservazioni, riferibili ai motori primitivi, *attrazione*, *impulsione* e *vitalità* (§ 2613), in quanto alla loro applicazione agli strumenti, secondo le categorie anzidette (1).

2665. Gli **strumenti di sistemazione** sono in primo luogo quelli che pur s'adoperano nella lavorazione ordinaria del terreno; in secondo luogo gli altri che servono per trasportare terre, pietre, ghiaie ecc. Tuttavolta ne' lavori ordinarii, di rado o mai s'impiegano alcuni utensili e strumenti di somma necessità nei dissodamenti ed altre opere di stabile ammendamento, siccome prosciugamenti, pareggiamenti, condotti per irrigazione ecc.

Il **marrone** o piccone è composto di manico più o men lungo munito di utensile foggiato agli estremi, ora di punta da una parte, e dall'altra di ferro fatto a guisa di zappa: ora da un solo estremo fornito di due punte, come altrove sarà chiarito, perchè la sua forma dee soddisfare all'esigenze della qualità del terreno da smuovere, o rompere, o in qualunque modo rendere atto al lavoro ordinario se di buona qualità, oppure atto a caricare e trasportare altrove sia se l'assestamento della superficie il richiegga, sia se composto di materiali non idonei alla vegetazione.

Occorrono pure altri strumenti ed arnesi per estrarre radici di rovi e sterpami o altre piante svelte per necessità di ridurre il terreno da *naturale* ad

(1) A suo luogo non mancherò di parlare degli aratri del Busby, del Ball, dell'Howard, della zappa a cavallo del Comins, del Busby e del Garrett, degli erpici del Croskill, dei seminatoi del Garrett, del Busby, dell'Hornsby ecc., e di tante altre macchine lodatissime nella esposizione di Londra: e in pari tempo ne farò confronto cogli aratri del Ridolfi, del Sambuy ecc., cogli erpici a rombo dell'officina dell'Istituto Agrario di Ferrara, cogli estirpatori, ruspe, spigolatori ed altre macchine o attrezzi rurali inventati o proposti da Italiani, quali troveremo in gran parte più rusticali ed usevoli delle invenzioni Inglesi.

agrario: ed altri talora per levare grosse pietre, infrangerle, crivellar ghiaie ecc.; ma sarebbe soverchio calcolare il lavoro meccanico con essi eseguito la mercè de' motori diversi che li pongono in azione, e il lettore deè starsi contento di rinvenirne l'estimazioni approssimatrici che verrò sponendo nell'atto di descrivere le norme pratiche de' prefati ammendamenti. D'altronde è troppo difficile, e mi mancherebbe lo spazio per isviluppare i principii meccanici che deono porre l'agronomo in grado per trascegliere, ad esempio, a scopo di prosciugamenti le macchine, e gli strumenti fatti secondo un sistema, piuttostochè a regola d'un principio diverso.

2666. La **forza della gravità**, causa reale della forza motrice dell'acqua corrente da tempi remotissimi è adoperata dagli uomini (1). Tuttavia quale sia il miglior sistema di meccanismo idraulico è difficile il sentenziare: di tal guisa che l'Accademia delle scienze di ROUEN ebbe non ha guari a proporre un premio per chi presenti la teoria matematica di tutti i sistemi di motori idraulici noti (ruote a pale, ad ale, ruote libere, di fianco, immerse, sommerse, ruote a schiaffo o a bacini, turbini ecc.) e discuta per ciascun caso speciale, variando volume e cadente, il sistema da preferire. Non è adunque da meravigliare se crescendomi la folla degli argomenti, e strignendosi lo spazio, dovendo scegliere infra due, cioè se convenga argomentare le mie affermazioni con principii teorici, ovvero con risultati pratici sperimentali, debba tagliar corto su quanto mi rimane per compiere il presente LIBRO, rimettendo ai successivi il sopperire alle lacune del medesimo. Quindi per tutti gl'ingegni che occorrono quali strumenti di sistemazione del terreno *naturale*, per ridurlo *agrario*, in quanto riguardi in ispecie il governo dell'acque, sia per espellere le soverchie e nocive, sia per sussidiarsi provvedendo alle deficienti, deesi aver ricorso al III LIBRO che trova poscia pel XII il suo compimento nelle pratiche norme degli ammendamenti in questione.

2667. Tra gli **strumenti di lavorazione** trascelgo i seguenti:

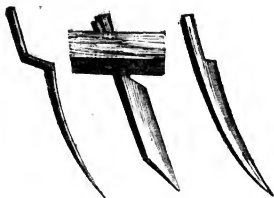
2668. **Vanga, badile, piccone, zappa,** offrono tutti utilissimi studi ed anco aggradevoli nel confronto del lavoro meccanico che si può coi medesimi conseguire: ma ne rimando al IV LIBRO la trattazione, perchè importa precedano le nozioni ivi comprese sulle qualità e proprietà delle terre, e sulla modificazione che dee loro recarsi mediante lavorazioni che richieggono l'impiego d'una specie o d'un'altra di detti utensili.

2669. **Coltro**. Non si confonda il coltro col vomere; i Toscani usano il nome di coltro in vece di aratro, ma è chiamare il tutto col nome di una parte, giacchè il coltro, come il vomere, è un membro essenziale di esso, ma non è l'aratro. Il coltro (*culter*) è un coltello di ferro più o meno ricurvo col taglio nella parte concava destinato ad aprire verticalmente il terreno, con lavoro continuo, ed ha nome di dente allorchè sotto minori dimensioni guernisce erpici, rastrelli da mano ecc.

---

(1) Gli antichi Italiani di Roma aveano costruiti rocchetti a cucchiaia nell'Algeria, ove sonosi rinvenuti dai Francesi sino sulla montagna di Lagrhouan alle sorgenti che fornivano l'acqua alla romana Cartagine. BENOIT. *Note sur les turbinoites*. BULL. de la Soc. d'Encourag. 1852, pag. 110.

Varie sono le fogge de' coltri, di cui tre ne rappresenta la fig. 696 (1). Da

Fig. 696.

sperienze riferite dal GASPARIN il lavoro meccanico del coltro, avuto riguardo alla profondità cui si faccia penetrare, risulta

Stato del terreno	Lunghezza del coltro	Velocità per 1"	Lavoro meccanico
Atto alla cultura	millim. 150	metri 1,1	chil. 45,45
	» 75	» 1,2	» 19,65
Alquanto secco	millim. 150	metri 0,85	chil. 90,20
	» 75	» 1,00	» 46,25
Secco e compresso	millim. 150	metri 0,80	chil. 124,25
	» 75	» 0,95	» 59,57

Dai quali dati risulterebbe che il coltro per doppia lunghezza esige alquanto più del doppio di traimento; fatto che si verifica quando tutta la grossezza dello strato tagliato dal coltro è in uno stato uniforme, altrimenti si palesano differenze rilevantissime. Il coltro si adopera a notevole profondità solo per l'aratro; unito ai rastrelli, erpici si limita a scalfire una sottile crosta superficiale. Tuttavolta si rileverà in acconcio luogo l'azione sua quando forma parte essenziale de' *scarificatori*, *coltivatori* ed altri strumenti chiamati *grifoni*, o *graffioni*.

2670. Vomere. Per tagliare in fette o striscie il terreno, l'utensile elementare degli strumenti a tal fine adoperato, è il *vomere*. Ma per indicare il valore della sua azione, e del modo con cui è applicato ai diversi strumenti e meccanismi, è d'uopo entrare nella teoria compiuta dell'aratro, che trova naturalmente il suo sviluppo nel IV LIBRO. Mi limiterò adunque all'uso del vomere applicato ad appositi telai, per costituire l'*estirpatore*, e la *zappa da cavallo*.

2671. L'estirpatore, strumento aratorio assai acconcio per lo svellimento dell'erbe inutili o nocive, e delle radici di cui voglia nettarsi il terreno, e di una utilità incontestabile, benchè il suo uso non sia molto comune. Alcuni però

(1) Di recente si è sperimentata una foggia di *staffa americana* colla quale si assicura il *coltro* alla *bure* senza forarla; apparecchio di cui si noteranno gl'inconvenienti nel IV LIBRO. La descrizione trovasi nel *Journ. d'Agr. prat.* (5 Mai 1853) pag. 559.

giunsero a proclamarlo superiore all'aratro (1): esagerazione cui non partecipò Filippo RE (2), benchè l'estirpatore del FELLEMBERG assaissimo commendasse, infuori dell'inconveniente dispendio della sua costruzione. Darò idea dell' estirpatore del BEATSON nella fig. 697, dove A ne dimostra il profilo, B la pianta o proiezione orizzontale, e C il prospetto o proiezione verticale, supponendo veduto l'istrumento da tergo. Sette vomeri attaccati ad un telaio, mediante una specie di coltro ricurvo penetrano nel terreno e lo squarciano nella direzione segnata dall' unica ruota posta sul davanti, e mercè l' azione del villico sui due manichi congegnati nel telaio. La seguente fig. 698 rappresenta l'estirpatore del DOMBASLE

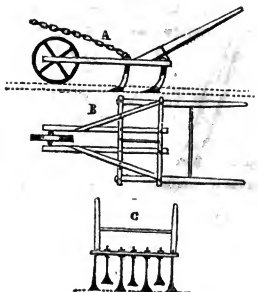



Fig. 697.

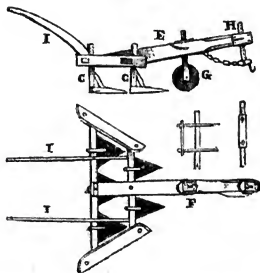
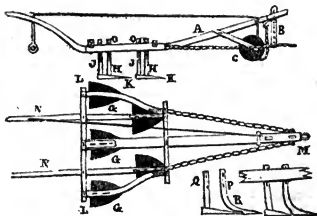



Fig. 698.

e la fig. 699 quello adottato nell'istituto di GRIGNON dal DE VALCOURT, esso

Fig. 699.

(1) Il generale inglese BEATSON nel suo *Nuovo sistema d'Agricoltura*.
(2) *Elem. d'Agric.* Tom. I, pag. 214.

pure assai dispendioso. Nella fig. **700** si ha quello del Wilkie, e nell'altra **701**

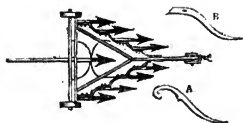
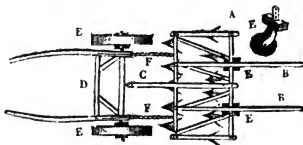



Fig. 700. Fig. 701.

l'estirpatore dell'Hayward. La diversa foggia di questi strumenti rende palese la loro insufficienza a soddisfare intemperanti speranze di agronomi proclivi a brillanti piuttostochè solide invenzioni. Gli estirpatori non posson che distrugger l'erbe nocive, triturare le zolle, meschiare le particole della crosta vegetale, semprechè dessa sia in precedenza lavorata dall'aratro: e non mai come questo rifendere, arare, o aratrare ecc. Quando poi que' vomeri sono in troppo numero, dovendo esser pur eguale quello dei coltri che li sostengono, appena s'incontrano in erba alquanto copiosa, s'ingombrano, e s'arrestano senza poter progredire che a stento con lavoro irregolare.

2672. La **zappa da cavallo** è in realtà un estirpatore con soli tre vomeri, l'uno davanti, dipoi altri due dietro a quello (1). Rileverò il lavoro meccanico di questo strumento per dare un cenno del calcolo relativo, anco estendibile all'estirpatore dianzi descritto.

Nella terra tenace la resistenza superata è

per 3 coltri	chil.	27
3 vomeri	»	183
Per metro di lunghezza	chil.	210
Oppure, colla velocità di **80** centimetri per 1″,	chil.	168

Nella **terra leggiera** o molto divisa per lavori precedenti

per 3 coltri	chil.	18,9
3 vomeri	»	84—
		102,9
Con detta velocità di 0,50 per 1″ restano	chil.	82,3

Quest'esempio della multiforme varietà degli estirpatori è nulla in con-

(1) Gl'Inglesi ne fabbricano di molte forme diverse immaginate dal Busby, dall'Hill, dal Comins, dal Dentall, Harkes, dal Backer, dal Ransome e May, ed altri assai che si videro esposti a Londra.

fronto delle tantissime forme d'aratri, le quali attestano che la Meccanica agraria impone la cognizione fondata degli elementi e singolari condizioni pratiche del problema cui vuolsi soddisfare.

2673. Tra gli **strumenti seminatori** si notano,

2674. **Foratoi** o **piantatoi.** L'agricoltura aspetta dalla Meccanica una macchinetta, la quale equivalga al foratoio dei giardinieri, e degli ortolani per forare piccoli pertugi, in cui collocare i semi affidati al terreno. Un rotolo o cilindro guernito di punte non è adatto: perchè, investito dal movimento di rotazione e da quello di traslazione, produce scalfiture anzichè cavità coniche regolari. Il seminatore Prandi, che descrivo poco stante, risponde nondimeno alle condizioni richieste. Egualmente però, salvo il richiedere maggior tempo e l'impiego dell'uomo anzichè d'una bestia, soddisfa il *rastrello piantatoio* così detto, di cui valgonsi i contadini bolognesi pel maïs o formentone. La fig. **702** ne porge il disegno di questo strumento che meriterebbe d'esser noto e adoperato in tutta Italia (1), e di cui descriverò quindi l'uso più per minuto. Considerato meccanicamente, porge la chiave onde discernere perchè le macchine da seminare, generalmente lodate, sieno poi universalmente riservate a fregiare scarabattoli di musei agronomici. L'uomo U premendo col piede P la traversa TT fa penetrare il foratoio F ovvero G a suo grado, oppure, cambiando piede, coll'altro R preme il foratoio H. Formati i pertugi, colle mani solleva lo strumento, fa un lungo passo e procede a forarne tre altri. Perchè una macchina dovesse adempiere a quest'ufficio sarebbe necessario che il terreno fosse pareggiato quanto una tavola di bigliardo, e tutto di natura perfettamente uniforme. Dietro all'uomo procedono di pari passo una donna e due ragazzetti i quali gettano un paio di grani ogni pertugio, e col piede vi fanno cadere abbastanza terra per ricoprirli.

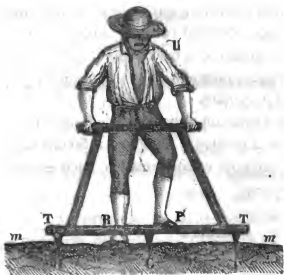



Fig. 702.

2675. **Seminatoi.** Trattando della sementazione de' cereali, s'indagherà primamente la differenza che corre tra il seminare in linee con uniformità di distanza e di profondità, dal farlo a mano, o vuoi alla *volata* (2). Basta vedere quanta semente consumino quelli che seminano il maïs o formentone, spargendone i grani e ricoprendoli coll'aratro, invece di eseguirlo nel modo accennato

(1) « *Considerando quanto sia di gran contento il sapere le diverse usanze...... mi* « *piacerebbe che ogni agricoltore ingegnoso andasse almeno per tutta l'Italia a vedere* « *quelle che sono migliori....* A. Gallo. *Le venti giornate* ». Brescia 1775, pag. 251-52.

(2) Il Lastri dimostrava che il vantaggio ottenuto col seminatoio è del 50 per cento fra il risparmio della semente, e il prodotto della raccolta.

nell'antecedente § 2674, per convincersi della superiorità dei seminatoi a macchina. Ma questi dovrebbero soddisfare a cinque condizioni :

1ª Seminare i grani di qualunque specie, deponendoli sul terreno a data distanza gli uni dagli altri, in linee regolari.

2ª Seminarli a data profondità e ricoprirli di terra.

3ª Seminarli in modo spedito, con moderata spesa di mano d'opera, e mediante utensili, strumenti o macchine di temperato costo, di facile uso, e di costruttura abbastanza rustica, per non richiedere troppo frequenti, difficili e dispendiose riparazioni.

4ª Seminarli colle predette condizioni, e con bastevole uniformità, quantunque il terreno non si trovi appieno omogeneo, e con superficie affatto pareggiata.

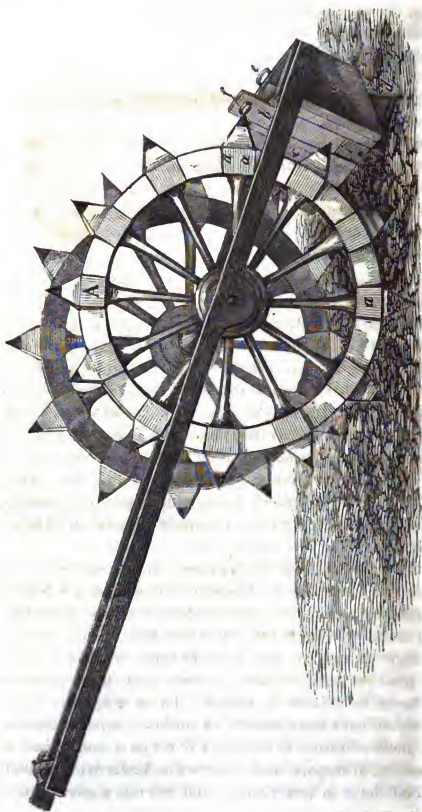
5ª Seminarli finalmente, ancorchè il terreno si coltivi a porche o quaderni.

L'ultima condizione è quella che rende talora malagevole o irregolare l'uso dei seminatoi, ovvero richiede un ulteriore sminuzzamento ed appianamento del campo al che o manca il tempo, o la spesa rende illusorio il vantaggio del seminatoio.

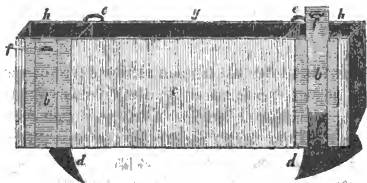
2676. Seminatoio Prandi. Non descriverò il primo seminatoio, invenzione di messer CAVALLINA da Bologna, nè le modificazioni fattevi dal LANA, nè come dal BORRO (1) si richiamasse in onore. In Inghilterra si conobbero poscia che in Italia, e l'YOUNG ne dichiarava ivi pure limitatissimo l'uso. Di recente però l'acuto ingegno meccanico di quegli isolani ne ha costruiti dei lodatissimi, di cui farò cenno nel XVIII LIBRO, avvegnacchè non appieno soddisfacenti alla 3ª, 4ª, e 5ª delle preallegate condizioni. Quello del FROST perfezionato dal COKE d'HOLKAM (2) è, diresti quasi elegante, ed ha fornito l'idea principale al seminatoio del DOMBASLE, ed a quello di GRIGON. Per diverso principio si distinguono altri del DACKLET, del TULL, del LOCATELLI, ed ingegnosissimo è uno dell'HUGUES, forse il più adottato dai pochi pratici che non seminano alla mano; senza toccare di quelli del DUHAMEL, del FELLEMBERG ecc. Darò soltanto la figura di quello inventato dal PRANDI perchè soddisfa alle 3 prime condizioni e in gran parte anco alla 4ª: e se non risponde alla 5ª, essendosi egli proposto di adoperarlo unicamente per la seminagione del maïs, la coltivazione di questo cereale (comecchè da molti, in ispecie nel Piemonte, s'adopri al contrario) ricorrendo ne' mesi più caldi dell'anno, esclude l'uso delle porche o quaderni, ed ammette la coltivazione a magolati. Ivi il seminatoio del PRANDI l'ho veduto io stesso agire egregiamente, ed anche su terreno rusticalmente pareggiato, con molto risparmio di semente e di tempo e con ottimo successo nel germogliamento, sviluppo, e ricolto successivo. Dichiaro poi nel darne il disegno colla fig. 703 che se lo prescelgo fra tanti veri capi d'arte e di finitezza, non è per soverchia parziale affezione alla cara memoria del mio amicissimo che l'inventava (3) ma per offerire ai miei leggitori un esempio delle macchine real-

(1) BORRO. Il carro di Cerere. LUCCA 1699.
(2) COKE. *Sist. d'Agric.*, pag. 232.
(3) V. *Opuscoli Scientifici di* BOLOGNA. Tom. IV. 1823, pag. 56.

mente semplici e rustiche, quali può solo ammettere e designare una vera MECCANICA AGRARIA.

Fig. 703.

2677. La semplicità, il lieve costo, la durata di questa macchina m' impongono di descriverla perchè si possa apprezzare le sue qualità, e s'abbia per invariabile principio, che nelle rurali macchine d'ogni specie, la difficoltà maggiore da vincere, sta nel trovare i congegni che in apparenza appaiono più volgari e più facili. Due ruote A con denti a punte ferrate, percorrendo il

suolo aprono in esso due serie di bucherelli equidistanti, e di uniforme profondità. Fisse al comune asse girano fra due stanghe, alle quali da un capo s'aggioga un bue, o s'attacca un cavallo, e dall'altro pende una tramoggia *c c* larga quanto l'asse fra le ruote. Divisa in tre parti (fig. 704 *h g h*) nelle due laterali *h* ed *h*

Fig. 704.

contiene i semi, nella terza ponesi terra o ghiaia per regolare l'effetto del seminatoio a seconda della tenacità del terreno. Due saracinesche pesanti *b* e *b*, collocate sul davanti della tramoggia la mercè d'un ferro sporgente *f f*, vengono rialzate dai denti *a a* delle ruote, per lasciar sortire due o tre granelli che prontamente cadono da due piccoli fori *i i* fatti nell'estremità anteriore della tramoggia. Due assicelle ferrate o due lastre di ferro *d d*, foggiate a taglio di coltro sono collocate sotto la tramoggia a modo di ricoprire i semi che dalla stessa van cadendo ne' buchi fatti dai denti delle ruote. I due manichi *e e* servono per voltare colla macchina, quando giunti all'estremità del campo. Con essi, o anco mercè due vetti, si tiene sollevata la tramoggia in modo che il dente della ruota più non incontri il ferro *f*, ovvero anche si tien rilevato da terra tutto il seminatoio, poggiando esso coll'altro estremo sul giogo del bue, o sul basto del cavallo.

2678. La MECCANICA trova in questa macchina il difetto di non potere variare le distanze tra i grani che vengono seminati, essendo fisse per un verso dall'intervallo tra dente e dente delle ruote, per l'altro dalla lunghezza dell'asse. Il PRANDI volea soddisfare alla sola condizione del seminare il grano turco. Perchè i suoi concittadini non ne adottarono l'uso? Perchè in Bolognese i poderi sono d'estensione limitata, e la canapa lascia pochi campi alla coltivazione del formentone, cui la famigliuola colonica in un paio di giorni provvede seminandolo col *piantatoio* addietro descritto. Arroge, perchè gli strumenti rurali in quella provincia stanno a carico del mezzadro, il quale appena riesce a mantenere quelli di prima necessità. In Lombardia invece e nel Piemonte ove sono latifondi sotto nome di Cascine, i cui attrezzi appartengono a proprietarii e fittaiuoli, reputo che il descritto seminatoio potrebbe servire utilmente, anche col sistema della coltura a quaderni, siccome trattando della coltivazione del maïs m'ingegnerò di dimostrare (1).

(1) Tra i seminatoi da frumento che non mancherò di descrivere nel XI LIBRO, segnalerò pure quello del KOEMMERER, privilegiato (*brevettato*) in PRUSSIA, commendato dallo SCHNEITLER. Il suo prezzo è di circa Lire 240 in Germania, e con un cavallo si seminano 5 ettari al giorno, venendo regolarmente ricoperti i grani senz'altro lavoro.

2679. Se dovessi appena far cenno di tutti gli altri strumenti spettanti alle altre quattro categorie designate al § 2665, mi resterebbe un cammino lunghissimo da percorrere. Dirò adunque di breve un riflesso sugli strumenti da mano, sul trasporto in genere de' veicoli più comuni, ed in genere sui roteggi; e chiuderò con un cenno economico questo stringatissimo bozzo di MECCANICA AGRARIA.

[4] Riflesso intorno gli utensili rurali.

2680. Gli **strumenti da mano** non meriterebbero di essere trascurati, mentre si ha tanto impegno per le macchine, di cui pochissimi alla finfine si valgono nella coltivazione ordinaria. Il DURAND SAVOYAT molto sagacemente raccomanda il perfezionamento degli utensili del lavoratore. Per dir tutto in poche parole, in agricoltura tengo per utopia la pretesa di fare ciò che si vuole: ne' campi non è come colà dove si puole ciò che si vuole; è ineluttabile il dipendere dal tempo, dalle cose, dalle bestie, dagli uomini (1). Trovo perciò in alcune contrade strumenti ben fatti che in altre mancano, ove sono poi altri ordegni sconosciuti in quelle. Ma perchè, senza parlare delle centinaia d'aratri ogni giorno inventati da meccanici, costruttori di macchine ecc., quasi ogni Comune ha una prediletta forma d'aratro, il bifolco ammaestrato ed avvezzato con quella, non solo respinge ogni altra foggia, ma se gli fate reggere un nuovo arnese, vi si accigne sì goffamente da ricavarne un lavoro, senza confronto, inferiore a quello del suo vecchio aratro. Lo stesso è a dire degli strumenti da mano. Quantunque con un cattivo utensile il lavoro riesca mal fatto, e per l'uomo stesso più travaglioso, nondimeno l'abitudine ha tale predominio, che quel medesimo uomo con un migliore utensile fa un lavoro peggiore, e ritiene e lamenta di sopportare maggiore fatica (2).

2681. Le **leggi della meccanica** s'applicano tuttavolta anco ai più semplici ordegni: chè in ogni opera meccanica il lavoro da compiere può pareggiarsi al sollevamento d'un peso. « Lo sforzo che fa il segatore per menare la sega è precisamente eguale a quello che sarebbe necessario per sollevare quel peso, che applicato direttamente alla sega sarebbe appunto bastante a farla avanzare vincendo la resistenza del legno. Lo stesso può dirsi in tutti gli altri casi » (3). La *falce fienaia* coi suoi accessorii, *martello*, *tassellello* ecc., le varie specie di *vanghe* e di *badili*, le *forche*, i *rastrelli*, i *potatoi* ed altri strumenti da taglio, i *sarchiatoi*, ecco tanti strumenti a norma de' diversi paesi diversamente foggiati. Intorno ai quali solo almeno riflettasi, che una falce imperfetta può far raccogliere, da un ettaro di prato, **10** a **15** miriagrammi di meno nel taglio del fieno; e una cattiva falcetta da biade, ove in ispecie il grano sia in parte allettato, può far perdere non credibile porzione del ricolto. Ma non trapasserò

---

(1) *Journal d'Agriculture pratique.* 3ª Série. TOME IV, pag. 151.

(2) Non ha guari ho dovuto permettere di vangare gelsi con *badili*: i lavoratori pretendevano di eseguire quel lavoro così perfettamente come se avessero adoperato la vanga, ma il risultato in realtà non meritava nè anche nome di lavoro.

(3) KATER e LARDNER. *Elem. di Mecc.* TORINO 1851, Capo XXIII aggiunto dal GIULIO, pag. 400.

quanto ho detto sulla vanga, nella speranza che a suo luogo, divisando gli strumenti migliori adoperati ne' vari paesi d' Italia, il sagace agronomo dalla loro descrizione comprenderà quali debba introdurre, quali altri migliorare o sostituire, conciossiachè desiderando di coltivare a dovere, non vi si riesca senza l'impiego di strumenti adattati e ben costrutti.

[5] Carri ed altri veicoli.

2682. Il **moto de' rotanti** per le vie, pone in evidenza il valore delle circostanze che modificano l'*attrito*, di cui s'è detto nel IV Articolo.

I. La *levigatezza*, prima dell'anzidette circostanze, ha tale influenza che da sperienze accurate sul movimento de' rotanti per le vie, rilevasi che la forza necessaria per trascinare un veicolo è

1.	Sovra *strada*	*fangosa*	1/6	del carico
2.	» »	*imbrecciata* (inghiaiata) .	1/20	»
3.	» »	*soda ed eguale* . . .	1/42	»
4.	» »	*a rotaie di ferro* . . .	1/250	»

La forza adunque atta a vincere la resistenza d'un quintale, basta al traimento di 6 quintali nella strada **1**, di 20 nella **2**, di 42 nella **3** e di 250 nella **4**. Le vie ferrate perciò, anco senza l'impiego del vapore, danno per esempio ad un cavallo capace di tirare un veicolo pesante 1000 chilogrammi, la facoltà di trascinarne uno il cui peso ascenda a chilogr. 41666.

II. La *qualità della materia* ha pure la sua influenza, perchè fra le materie omogenee le prominenze di corpi simili s'incastrano più compiutamente e l'adesione tra le piccole superficie concave e convesse che si compenetrano, più facilmente per avventura si manifesta. Comunque sia della causa, l'esperienza dimostra che le *sale* di legno entro *mozzi* di legno, offrono resistenza assai maggiore che non se i *mozzi* sieno muniti di *boccole* di metallo, ossia *bronzine*: ovvero adoperando *sale* di metallo, le *boccole* è mestieri sieno di metallo diverso.

In fatti l'attrito dell'*acciaio* sull'*acciaio* importa	1/4	del peso
acciaio sul *rame* . . .	1/5	»
acciaio sul *piombo* . .	1/5	»
acciaio sull'*ottone* . . .	1/6	»
legno molle sul *molle* . .	1/6	»
legno duro sul *duro* . .	1/8	»
» sul *bronzo* .	1/16	»

L'*ugnere* (§ 2604) scema la resistenza d'un quarto nei metalli aggravati da pesi leggeri. L'unto fluido conviene sotto lievi pressioni; sotto le più forti richiedesi più consistente.

III. Alla *pressione* è proporzionale l'attrito: quindi, quanto è maggiore la *superficie* fregante sotto una data pressione, l'attrito deve diminuire. Tuttavolta la pratica insegna ai costruttori di macchine di dare il minimo d'estensione alle superficie che si toccano: il che risponde anche al principio teorico entro certo limite che l'esperienza insegna ai costruttori di non trapassare.

IV. La *velocità* del mobile aumenta l'attrito in quanto che desso incontra in dato tempo maggior numero di prominenze: ma proporzionalmente al cammino percorso, l'attrito è minore. Se per lo spostamento d'una quercia l'attrito de' primi istanti è come 9, per osservazioni del COULOMB, a movimento avviato, riducesi a 2: ed ognuno conosce che la resistenza che oppone un veicolo sovra strade non buone quando i cavalli vanno al passo, è certamente maggiore che non quando camminano al trotto, benchè anche altre circostanze favoreggino il mobile celeremente trascinato, come sono la velocità acquistata ecc.

V. L'*inclinazione* del piano stradale richiede, proporzionalmente, maggior *forza di traimento.* Una pendenza dell'1, del 2, dell' n per 1000, esige un aumento di forza eguale all'1, al 2, ad n per 1000, del peso totale.

Una pendenza del 5 per mille cioè 0,005 è cagione che il 5 per mille ossia 0,005 del carico agisca in senso favorevole se discende, e contrario se sale. Nelle vie ferrate la resistenza dell'attrito è un 250 del carico (§ 2680) cioè 0,004, e per massimo valutasi 0,005. La *potenza* P nel salire se la strada abbia la pendenza di 0,005 dovrà vincere una *resistenza*

$$R=0,005+0,005=0,010$$

per converso nel discendere sarà

$$R=0,005-0,005=0$$

Perciò la *potenza* che basta a traslatare nella via orizzontale il carico di 1000 chilogr., non può nella strada inclinata 0,005 trascinarne che 500: onde scorgesi che la minima inclinazione del 5 per 1000 basta per richiedere doppia forza di traimento.

2683. **Questione del numero delle ruote.** Da 36 sperienze il MORIN dedusse che nei seguenti veicoli i quali avevano

Larghezza dei *quarti* delle ruote $0^m,19$ a $0^m,12$
Raggio delle *boccole* . . . . $0^m,032$

Il rapporto del *traimento* al carico risultava

	Carro	**Baroccio**
(I) Nelle prime 18 sperienze	$\frac{1}{28,34}=0,0352$	$\frac{1}{39,50}=0,0253$
(II) In altre 18 sperienze	$\frac{1}{33,333}=0,0303$	$\frac{1}{48,583}=0,0205$

cioè per tirare il carico di 1000 chilogrammi in pari circostanze occorreva

	Carro	**Baroccio**
Nelle sperienze (I) lo sforzo di chil.	35,02	chil. 25,3
» (II) » »	30,03	» 20,05
Medio . . Chil.	32,5	Chil. 22,7

Risultato sperimentale bastevole a dimostrare il vantaggio dei veicoli a due ruote su quelli a quattro: giacchè può conchiudersi, che con quelli la forza

di due cavalli è sufficiente a trasportare il carico cui occorrono tre cavalli col veicolo a quattro ruote.

2684. Riflessi. L'agricoltore dee adunque dismettere i suoi carri, ed attenersi unicamente a barocci ossia carrette a due ruote?

Ne' barocci, il cavallo tra le stanghe, o i due bovi aggiogati al suo timone, divengono di certa guisa il terzo indispensabile punto d'appoggio del veicolo, senza il quale non vi può essere stabilità.

Nelle salite, lo sforzo di traimento diminuisce per gli animali, perchè il centro di gravità risulta di dietro alla sala delle ruote (§ 1262 fig. 191) ed il peso e l'aderenza scemano nella parte anteriore (1). Ma nella discesa non solo cresce assaissimo il peso sul cavallo riportandosi il centro di gravità anteriormente alle ruote, ma il freno onde s'arresta il loro rivolgimento travaglia l'animale coll'oscillazione e diviene pericolosissimo se desso faccia un falso passo.

Gli è per sopperire a cotali inconvenienti, che i veicoli a due ruote munisconsi di piccola terza ruota, la quale in ogni emergenza divenendo terzo punto d'appoggio, solleva il cavallo dall'enorme peso che potrebbe aggravarlo. Inoltre di recente il Digeon immaginò e costruì un congegno col quale nella discesa le ruote vengono a collocarsi più innanzi, e per giunta sono compresse, onde l'intensione del freno diviene proporzionale alla inclinazione del terreno ed alla gravezza del carico. L'invenzione consiste nel mantenere congiunte le stanghe alla sala, e sulle stanghe si fa trascorrere a talento, mediante un martinetto, la intelaiatura o vuoi *letto* del baroccio. Le ragioni proferite al § 2408 non mi concedono di sporne più minuto ragguaglio; ma questa è un'applicazione delle regole più elementari della statica che merita di essere nota e praticata in ispecie nell'agricoltura, giacchè a stima del Dumery il veicolo a due ruote è il veicolo del coltivatore, e vogliasi pur convenirne, il veicolo delle strade cattive (2), il cui numero ogni giorno s'aumenta perchè non si pensa più che alle strade ferrate quasichè le arterie possano aver sangue, se le vene cessano di rifornirgliene!

[6] De' rotismi o ingranaggi.

2685. La **trasmissione del movimento** di rotazione, e perciò dal *mobile* al *meccanismo* e da questo allo *strumento*, esige almeno un cenno brevissimo. Si fa principalmente con tre mezzi.

1° Manubrii, spranghe ecc.

2° Funi e cinghie o coregge continue, che anco chiamano *eterne*.

3° Rotismi o ingranaggi.

---

(1) Anche questa diminuzione nello sforzo di traimento nelle salite, avvegnachè ritenuta da valenti meccanici, non l'ho per incontrovertibile pregio di ogni sorta di bighe.

(2) *Dans notre pensée, si cette conception était bien comprise, bien appliquée et accueillie par les entrepreneurs de roulage, par les voituriers ecc., elle serait de nature à rendre de très-grands et très-nombreux services à l'industrie, à l'agriculture et à la circulation dans les villes......*

A l'agriculture, parce que la voiture à deux roues est, pour la plus grande partie de la France, le véhicule du cultivateur, et nous pouvons ajouter le véhicule des mauvais chemins. Dumery. *Rapport*... sur un système de voitures à charge équilibrée. Bull. *de la Soc. d'Encouragement*. XLI année, pag. 441.

Il pedale dell'arrotino ne dà esempio del manubrio, e del pari gli stantuffi delle macchine a vapore. Le coregge continue offrono maggiore regolarità e dalla figura 705 è facile comprendere che ruotando l'albero A, per mezzo della coreggia E trasmettesi il moto alla ruota R. Ma cagionano perdita di forza; perchè la fune o coreggia comunica il moto alla carrucola, o rotolo intorno cui s'avvolge, solo in forza dell'attrito; altrimenti e cinghie e funi scivolano sulla periferia e non trasmettono il movimento.

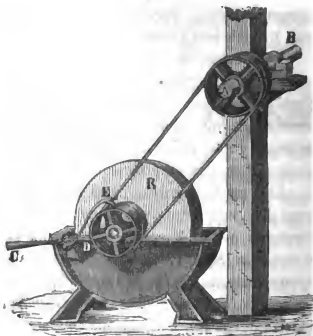
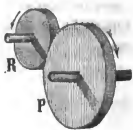
Fig. 705.

2686. Di due **ruote a contatto** se l'una si muova può far muovere pur l'altra, in forza però dell'attrito di 1ª specie o di *svolgimento*. Il quale si calcola solo di 0,001 del carico (a confronto di quello di 2ª specie o di *strisciamento* che può giugnere a 0,649), ma tuttavia è tal perdita di forza, chè se la ruota da muovere oppone una forte resistenza, l'altra finisce per strisciarle sopra senza comunicarle alcun moto. Ed ecco spiegato perchè affine di trasmetterlo con una ruota (che suol dirsi *conducente*) ad un'altra (chiamata *condotta*) s'immaginò di creare sulle loro circonferenze cavità e risalti onde questi impegnandosi in quelle, l'una ruota non potesse girare senza l'altra: e ne derivarono le ruote dentate, di cui si parlò nel § 1265 sussidiato dalla figura 191, mentre altre combinazioni sono rappresentate dalle figure 706, 707 e 708.

Fig. 706.

Nella fig. 706, P ed R sono semplicemente due cilindri o tamburi a contatto, impernati sovra due *assi* od *alberi* paralleli, di cui l'uno muovendosi farebbe girar l'altro in senso inverso, come le due frecce dimostrano. Nella fig. 707 si ha l'esempio delle *ruote ad angolo*, onde comunicasi il moto ad *assi* od *alberi* non paralleli, ma collocati ad angolo retto. La fig. 708 rappresenta invece altra foggia di rotismo, dove similmente un *albero* trasmette il moto ad un altro che gli è perpendicolare. Quivi la piccola ruota L ha forma speciale, e nome di *lanterna* o *rochetto*.

In acconcio luogo vedremo che sia il *martinetto* (fig. 709) ed altri congegni tutti composti con ruote dentate di più fogge, e verghe pure dentate ecc.

2687. Le **ruote dentate** hanno però alcuni difetti partitamente analizzati dal MINOTTO (1) fra i quali:

(1) MINOTTO. Sui vantaggi del cuneo ecc. Torino 1852, pag. 25 ecc.

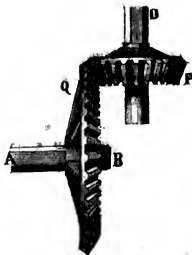
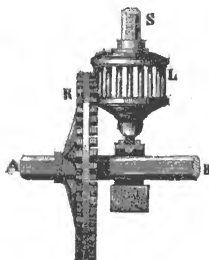



Fig. 707. Fig. 708. Fig. 709.

1. Difficoltà d'esecuzione; e quindi costo notevole.

2. Differenze inevitabili tra dente e dente; e quindi irregolarità, scosse, perdita di forza.

3. Giuoco indispensabile fra dente e dente; quindi continuata successione di piccole scosse onde inevitabile un tremito nel meccanismo.

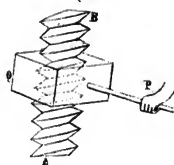
4. Attrito di *strisciamento* fra i denti della *conduttrice* su quelli della *condotta*, con perdita di forza non mai minore, ne' migliori ingranaggi, di **0,0145** della resistenza (1).

5. Improprie e inservibili in macchine soggette a forti scosse, o a moti irregolari e violenti.

Se non che debbo pur terminare il CAPITOLO, e finirò degl' ingranaggi specializzando il più antico, e per avventura più semplice ed ingegnoso di tutti.

[7] La vite perpetua.

2688. Della **vite** non feci motto perchè macchina troppo nota, riposta tra le semplici (**§ 2641**), quantunque sia composta della leva e del piano inclinato. Un cilindro A B (fig. **710**) si riveste d'un cordone o rilievo spirale, e l' intervallo tra questi cordoni è il *passo della vite*. Nella madrevite è scavato un corrispondente solco spirale i cui giri chiamansi *vermi*: essa è la forma, lo stampo esatto della vite. Se la *vite* è immobile, la forza P è applicata alla *madrevite* e tende a farla girare e con essa una resistenza Q da muovere. Se invece è im-

Fig. 710.

(1) J. CLAUDEL, *Aide-mémoire des Architects*. PARIS 1849.

mobile la *madrevite*, una potenza P (fig. 711) mediante leva che attraversa la testa della *vite*, la costringe ad entrare, come se n'ha esempio nei *torchi*. La relazione d'equilibrio nell'un caso e nell'altro è la medesima: cioè la *potenza P che agisce sulla leva sta alla resistenza Q che s' oppone al movimento nella direzione dell'asse, come il passo della vite sta alla circonferenza che descrive la potenza.*

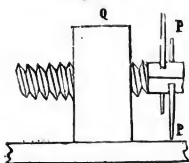
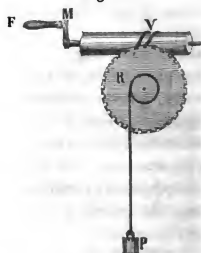



Fig. 711.

Ma questo ingegno è di un effetto limitato dalla lunghezza della *vite*. Perciò si pensò a trarne partito combinando la vite colla ruota dentata, in modo da ricavarne un effetto durevole quanto si voglia, finchè rimane applicata la forza motrice. Rimettendo al III LIBRO la descrizione della vite d' ARCHIMEDE coi relativi sperimenti del TOURQUDE, dello HACHETTE, del LAMANDÈ ecc. uno sguardo alla figura 712 è sufficiente per far comprendere di qual guisa la vite V impegnando le sue spire tra i denti della ruota R rende agevole alla forza F applicata al manubrio M il sollevare il peso P, qualunque sia la lunghezza della fune cui rimanga sospeso.

Fig. 712.

[8] Calcoli economici.

2689. L' **economia della spesa** non è subietto estraneo alla MECCANICA, la quale insegnando di ricavare il maggior possibile effetto utile dalle forze della Natura, rivela il modo diretto di risparmiarle quanto si può. Parecchie volte, ad esempio, una macchina mossa dall'acqua o dal vapore per un dato effetto, esige minor copia d'acqua o minor consumo di carbone; ma la più perfetta sua costruttura importa una prima spesa capitale maggiore. Dunque l'economia meccanica, per così dire, si consegue nel reale minor consumo di forza motrice, ma il compiuto calcolo economico sottrae da quello sparmio il frutto del maggior dispendio capitale. Il BARRAL ne porge indicazioni di elementi di calcolo per varie macchine e pone sagacemente in avvertenza gli agricoltori, perchè si vendono macchine per una forza di cavalli, o potenza che poi realmente non hanno. Ecco i risultati di macchine esposte in un concorso ad EXETER:

Costruttori	Tempo occorrevole per scaldare la macchina — minuti	Forza in cavalli	Carbon fossile consumato per riscaldare	per ora	per ora e per cavallo
1. CLAYTON, STHUTTLEVORT e Comp.	45	7	chil. 16,6	24,7	3,53
2. DEANE, DRAYE ecc. . .	40	4	» 25,8	18,8	4,70

3. W. Cambridge . . .	105	4	»	27,2	50,8	12,70
4. Hodge e Butley . . .	85	6	»	29,0	37,6	6,27
5. Hornsby e figlio . . .	39	9	»	19,1	30,8	3,42
6. Barrett, Exall e Comp.	81	7	»	22,4	33,6	4,80
7. Tuxford e figlio . . .	90	6	»	20,0	30,2	5,03
8. Garrett e figlio . . .	34	6	»	15,4	28,1	4,68

2690. Dal *Giurì* furono premiate le quattro rispondenti ai numeri 1, 5, 7 e 8: se n'eccettui quella del numero 7, sono le meno consumatrici di carbon fossile. Ma perchè il coltivatore, siccome insiste il Barral, conosca tutti gli elementi della quistione, dal seguente Prospetto si rilevano anche i prezzi correnti richiesti dai diversi costruttori:

Forza in cavalli a vapore	Prezzo Lire ital.	Peso della macchina	Consumo di carbon fossile nella giornata di 10 ore	Consumo d'acqua nella giornata di 10 ore
3	3375	1520	152	Ettol. 10,6
4	3875	2030	203	» 14,2
5	4375	2540	255	» 17,9
6	4875	2790	305	» 21,4
7	5375	3050	356	» 24,9
8	5875	3560	406	» 28,4
9	6375	3810	457	» 32,6

Nel qual prezzo si comprende il costo del carro su cui posa la macchina, per cui chiamasi, come s'avvertì dianzi al § 2640, *locomobile*.

Il lettore indulgente vorrà comportare se rimando ulteriori ragguagli ai Capitoli speciali destinati alla trattazione de' subbietti che possono richiamare l'applicazione di queste macchine.

2691. Dall'Heuzé viene descritta una macchina a vapore dei Renaud e Lotz che agisce con pieno successo (1). Essa, se la paglia fu tagliata alquanto alta da terra, in 10 ore di lavoro trebbia 150 a 200 ettolitri di frumento, ed una volta in 14 ore ne ha trebbiati sino a 360. Al suo servigio, oltre al macchinista, occorrono 2 uomini per recare i manipoli, 1 per tagliare i legacci, 1 a riporre i manipoli sul piano della macchina, 2 a introdurre la paglia tra i cilindri, 2 a raccogliere i grani trebbiati, ed altri 2 a portar via le paglie battute: in tutto 10 operai. Il meccanico e il combustibile sono a carico del proprietario della macchina che ne cede l'uso per la corresponsione di 45 a 55 centesimi per ettolitro di grano, a norma della lunghezza della paglia. Calcolando 150 ettolitri per giorno, la detta corresponsione, e la spesa de' 10 operai, non che dell'acqua necessaria, ogni ettolitro richiede circa 65 centesimi di spesa totale.

2692. L'importanza dell'economia del lavoro meccanico delle macchine, è il risparmio di tempo; il quale nelle operazioni rusticali ha un valore più con-

(1) *Journ. d'Agric. pratique.* 3 Série. Tome V, pag. 64 e seguenti (V. § 2695).

siderevole, che nelle altre arti ed industrie. Se colla macchina si potesse mietere il grano, chi può calcolarne il vantaggio, quando in due giorni si mietesse quel frumento o quel riso cui ne occorressero 6, 8 o 10? Non solo la quasi contemporanea maturanza obbliga ad anticipare il principio della messe, perchè l'ultimo non venga a sgranare, ma quante volte pur troppo non accadde che miserevolmente la gragnuola sopravvenisse a metà del lavoro? L'applicazione adunque del vapore all'agricoltura, sotto questo riguardo recherebbe un beneficio superiore a quello di poter correre sulle ferrate vie, divorando per così dire fino a 60 e 80 chilometri all'ora. Risultato di cui l'uomo si glorifica, ma non dovrebbe limitarsi al solo trionfo del correre, perchè poi alla fin fine anche il piccione sa volare sì veloce da trapassare in ragione d'ora i 100 chilometri!

2693. L'**economia del lavoro** prodotto dagli animali, sta in ragione del foraggio consumato. Se valutate il lavoro del cavallo proporzionalmente a quello del bue :: 3 : 2, e similmente (non la quantità) il costo dell'alimentazione del cavallo a quella del bue stia :: 3 : 2, rimarrà in pura perdita la diminuzione di valore cui soggiace il cavallo, mentre il bue dopo due o tre anni di lavoro, può avere aumentato di volume e di prezzo. Se dovrò in seguito rilevare l'esagerazione di coloro, i quali affermano il foraggio consumato dai buoi aratori non produrre che lavoro, e non fornire giammai un quintale di carne al macello (1), non dee però l'agronomo disconoscere l'enunciato principio che l'economia del lavoro sta in ragione del foraggio consumato. Similmente gli raccomanderò di non cambiare affatto il metodo che trova usato nel proprio paese, prima di esaminare attentamente non solo la semplice questione meccanica, ma tutte l'altre condizioni fisiche ed economiche, la posizione geografica e la mercantile, come m'insegnava dalla cattedra l'egregio professore CONTRI sin dal 1821 (2). Sarebbe poi una obbiezione singolare, se non fosse una esagerazione la sentenza del JAMET (3), che non si possa fare un'eccellente bestia da ingrasso con un' eccellente bestia da lavoro. Come rileverò in appresso, il fatto *quotidiano* in tutta l'EMILIA dimostra da secoli il contrario.

2694. La **zangola** porrà in chiaro la convenienza di rimettere alle

---

(1) *Le fourrage consommé par les boeufs de travail produit du travail, mais il ne fournit pas un quintal de viande à la boucherie.* VILLEROY. Comparaison des chevaux et des boeufs.

(2) « Se in una contrada da più secoli si fa uso del cavallo siasi pur certi che il cavallo « è il più utile, e dicasi altrettanto del bue se è del bue che si fa uso. La massima più « volte ripetuta che in un paese qualunque *ove un cotal poco sia sviluppata l'industria,* « non può tanto facilmente la massa de' coltivatori andar soggetta ad inganno », la quale sentenza non vuol già intendersi per una condanna di ogni progresso, ma per conferma che il vero progresso significa miglioramento, e non già mutamento o « cambiamento « di sistema il quale ove non mutino le circostanze, dannoso sarebbe e perciò impos- » sibile.... Se un totale cambiamento di metodo per questo rapporto nel sistema agrario « di qualsivoglia paese, sarebbe certamente biasimevole, egualmente però non lo sa- « rebbe talvolta il variare alquanto, o il deviare in qualche guisa dall'antica pratica ». Saggio avvertimento comecchè proclamato mezzo secolo addietro: che quantunque la scienza agrologica nel frattanto siasi resa feconda d'importantissimi miglioramenti, essa conserva tuttavolta per fondamentale principio il *festina lente*, procedere passo passo come suprema legge della rurale economia. V. FELSINEO, Anno V, N° 47. APPENDICE pag. 21.

(3) *Il n'est pas possible de faire économiquement une excellente bête de boucherie avec une excellente bête de travail.* JAMET. Journ. d'agr. prat.

successive speciali trattazioni, molte altre nozioni di MECCANICA AGRARIA. Ad esempio, la *zangola americana* dei BURGESS e KEY (1) si fonda sull'ipotesi che sia mestieri far passare una grande quantità d'aria a traverso la crema o il latte, per ottenere celeremente il burro. La *zangola belgica* del DUCHÊNE ha la forma di barile, mentre quella del WILKINSON è rettangolare, e l'altre del LAVAISY, del VALCOURT sono cilindriche. La forma dell'*agitatore*, i *manubrii*, i *rotismi*, veggonsi diversamente composti a norma del principio teorico che guida l'inventore, sulle condizioni fisiche e chimiche ritenute più utili per la formazione del burro. Quest'esempio dee dunque convincere l'agronomo intelligente, che un ulteriore sviluppo di meccanica agraria riuscirebbe intempestivo, e non soddisferebbe al piano proposto nel PRODROMO, di procedere dal noto all'ignoto. Comprenderà poi inoltre che tutte le nozioni esposte in questo CAPITOLO, non che negli altri del presente LIBRO, avvegnachè non sembrino, almeno talune, strettamente connesse alla pratica coltivazione, verranno per le successive applicazioni riconosciute non solo vantaggiose, ma indispensabili. quante volte non si voglia solo apprendere le pratiche del coltivare, ma insieme la ragione delle medesime.

2695. La **macchina da mietere** merita pure altro riflesso col quale chiudo il presente CAPITOLO. In Inghilterra si eseguirono piccoli tentativi nella messe del **1851**: nuove sperienze nel **1852** confermarono la loro cattiva riuscita. I magnifici risultati di cotali macchine del BELL, CORMICK ed HUSSEY, per affermazione degli stessi Inglesi (2), sono esagerazioni; e l'indicazione de' loro difetti, dipoi pubblicata, quasi farebbe credere che in questo problema di Meccanica, la scienza non saprebbe fare altro passo. Il *Giurì* dell'Esposizione di Londra, presentiva difficoltà insuperabili dalle macchine inglesi, ritenendo che le *mietitrici* Americane non possano riuscire in Inghilterra, perchè la messe quivi risulta del doppio più densa di paglia e di spiche che non in America. Nel XVIII LIBRO darò un cenno della ingegnosissima *mietitrice* del GARRETT e figlio (3), e degli ultimi perfezionamenti. Ora io volea soltanto esternare questo dubbio. Posciachè, ad onta di forse mille specie d'aratri diversi, non troviamo ancora quella che risponda appieno al lavoro meccanico dell'arare nelle diverse condizioni inerenti a cotesta operazione: posciachè desideriamo ancora un trebbiatoio pel frumento, pratichevole nella comune e piccola agricoltura; si può sperare che il sottile ingegno degli odierni meccanici pervenga a fornire l'agricoltore d'una macchina mietitrice universalmente preferibile alla lunga, dispendiosa e travagliosissima mietitura a braccia d'uomini?

2696. **Risponderei** a tal quesito, che occorrono due condizioni per risolvere il problema del mietere a macchina: 1ª Che si limiti il problema stesso prima di tutto al puro taglio del fieno. Una volta le falci della STIRIA erano le più celebri anche in Francia, dove dopo il **1816** hanno cominciato a fabbricarle, e dove se ne adoperano circa 6 milioni che per un sesto annualmente sono da

(1) Esposta e premiata nell'Esposizione universale di LONDRA.
(2) *The Illustred London News*. 1° dicembre 1852, pag. 514.
(3) « *The Tollemache* » Corn Reaping Machine manifactured by RICHARD, GARRETT et SON.

rimpiazzare: e il BARRAL sagacemente induce dall'aumento di falci consumate, l'aumento delle praterie avvenute in Francia. Indagando ora se siasi cercato di sostituire alle falci comuni, delle macchine capaci d'effetto maggiore con minor impiego d'operai, si rinvengono molti tentativi fatti dagl'Inglesi, e l'unico degno d'attenzione è la macchina del FERRABEE di STROND nel GLOUCESTERSHIRE. Ma è solo atta per radere viali erbosi di giardini botanici come quello di KEW: altrimenti non avrebbero indugiato gli agronomi inglesi ad applicarla ai loro magnifici prati, ne' quali il clima nebuloso favorisce il cestire dell'erbe, e quindi un fieno foglioso e fitto, il cui taglio è tuttavia affidato alla falce ordinaria. Quando si trovasse la macchina soddisfacente a quest'uopo, allora sarebbe da far passo alla *mietitrice* in questione che non si tarderà guari anni a vedere perfezionata (1), allorchè s'adempia la 2ª condizione, cioè che vi si accinga tale ingegnoso ed esperto meccanico che a fondo conosca le pratiche agrarie, ovvero tale sagace e valente agronomo che accoppii alla campestre tecnologia, adequata perspicuità nella meccanica industriale.

2697. **Conchiuderò**: la Scienza Agrologica è oggimai sì estesa ed elevata, che invano scrive chimica agraria chi è soltanto chimico e non agronomo, o per converso chi conosce dell' arte del campo, ed è profano nel laboratorio della chimica. Del pari non proceda a invenzioni d'aratri, trebbiatoi, e altre macchine rurali chi spertissimo di Meccanica matematica o industriale, non sa poi distinguere in erba la pianta del loglio da quella del grano. Tuttavolta loderò sempre chi procaccia di emendare gli attrezzi e strumenti campestri (2). I quali dal primo all'ultimo, dal più semplice al più complicato, mi rincresce il ripeterlo (3), si usano generalmente quali sortivano dalle mani de' primi padri dell'età più remote. Si grida del continuo sugli evidenti loro difetti, ed in vero nelle contrade ove sono di proprietà del lavoratore, non so qual età futura giugnerà a vedere introdotto qualche miglioramento. Ma dove appartengono ai possidenti o fittaiuoli, lo stesso tornaconto che per lo sparmio di tempo e di fatica discende dall'uso di utensili, strumenti, veicoli, e macchine, quali i veri principii di Meccanica agraria consigliano al coltivatore, dovrebbe indurlo ad adottarli. Allora anche il villico, fatto accorto coi proprii occhi della utilità di scemare a se medesimo, ed a'suoi animali tanta fatica soverchia, e conseguire in pari tempo più spediti e perfetti lavori, s'indurrebbe a poco a poco a correggere la rozzezza ed insufficienza de' propri arnesi rusticali. L'esempio darebbe i suoi frutti, e l'Agricoltura vantaggiandone universalmente, dimostrerebbe di qual momento sono i filosofici aiuti che può fornirle la MECCANICA AGRARIA.

---

(1) Dall'HEUZÉ, professore a GRIGNON, si notano 22 macchine trebbiatrici a vapore in azione in soli 5 dipartimenti, e stimava che nel 1852 avrebbero oltrepassato il novero di 40. Le macchine da falciare e da mietere sarebbero altr' altro vantaggiose, e l'utilità loro evidentissima dee indurre qualche svegliato ingegno a trovar modo di riuscirvi.

(2) Fra gl' Italiani che più se ne occupano è distintissimo il conte MORELLI, e verrà la volta di parlare delle sue ingegnose invenzioni.

(3) Dissi, ripeterlo; perciocchè queste parole sono le medesime che pubblicai nel FELSINEO nel gennaio 1843. V. Anno 3°, pag. 268.

CAPITOLO IX.

CHIMICA AGRARIA.

SOMMARIO. = SEZIONE I. Nozioni generiche preliminari. — SEZIONE II. Chimica agraria della sostanza *materiale*. — SEZIONE III. Chimica agraria della sostanza *eterea*. — SEZIONE IV. Chimica agraria della sostanza *organica*. — SEZIONE V. Il mio concetto.

2698. Trepidando consegno alle stampe questo scorcio di CHIMICA AGRARIA, e trepidando due volte. *Primamente*, perchè legge di brevità m'incalza e mi costrigne entro limiti ne' quali è pressocchè impossibile argomentare a capello principj scientifici di suprema importanza. *Secondamente*, perchè cotesti principii sono sì fattamente modificati a seconda delle mie conghietturali escogitazioni, che staccandosi in parecchie parti da quelli proclamati dai più celebri chimici, sto in grave dubitazione se possano meritare indulgente accoglimento dai benevoli, cui questa mia povera e lunga fatica è destinata. Senonchè non mi pare scarsa ventura il non essere affatto isolato nel cammino che m'apro e da solo ho forse da percorrere. La Natura ricercherò ad ogni passo: fida e splendida scorta, m'ingegnerò di seguirla

Siccome cieco va dietro sua guida.
DANTE *Purg.* C° XXI.

perchè la CHIMICA, anco più dell'altre scienze, sopravvanza sì forte i miei fievoli studii, che appunto a guisa di cieco potrò appena proceder tentone nel diciferarne alla meglio le nozioni all'agronomo indispensabili.

2699. **Difficilissima è la chimica agraria.** Posciachè tanti ne scrissero nol si vorrà consentire, ed è appunto ciò che il riferma: conciossiacchè le divarietà, le dissonanze, e i contraddicimenti dai diversi chimici manifestati in molti capi de' principali, rendono il comprendimento della scienza, ad ogni istante, peritoso, incompiuto. E come potrebb'essere altrimenti? Non può egli affermarsi che la chimica agraria è per essenza una chimica organica? Or che dire se gli stessi chimici stimano che la chimica organica è tuttora da fare? lo che suona quanto sfare checchè sia di fatto, ovvero disdire checchè siasi detto. Giudicamento ch'io per certo nè soscrivo, nè stremo, e ho soltanto citato, perchè contro a menda di temerario mi basti. Così mi bastasse l'ingegno, e l'angusto spazio che a questo studio rilevantissimo posso accordare.

2700. **L'eccellenza della Chimica,** pochi forse quant'io prezzano ed applaudiscono, conciossiacchè m'accade solo di riprovare la poca sobrietà di taluni nell'applicarla all'agricoltura, non mai di disconoscere i molti e grandi servigi che le rende e può rendere una scienza a cui l'altre industrie deono sì

prodigiosi sussidii. Perchè tuttavia trovo io sì di sovente non adequate, non esatte, non vere, certe sentenze di chimica agraria? perchè ne suppongo ancora imperfette le nozioni principali proferite da chimici d'altronde riputatissimi? perchè non riconosco eguale debito di gratitudine a questa scienza dovuto dall'arte agricola, quanto quello che debbonle l'altre industrie? Rispondendo a quest'ultima quistione, quasi quasi rispondesi a tutte. Io dico grandi, incontrovertibili, certi, i filosofici aiuti dati dalla Chimica a tutte le industrie che s'occupano di *sostanza materiale* o di *eterea*, ma non d'*organica*; o che almeno non hanno a subbietto l'organismo vivente in esercizio delle sue funzioni, come avviene invece per l'Agricoltura. La quale ha per suo vero elemento la natura viva, come la medicina ha la natura inferma, a tutte l'altre arti o scienze rimanendo per così dire la natura morta, o inanimata. Ma s'entri in materia, e forse meglio si potrà allora di cotesti concetti aver ragione.

2701. **L'ordinamento del Capitolo** non è dissimile a quello che fu destinato alla FISICA AGRARIA. Per solito distinguono la CHIMICA in *minerale* ed *organica*. A me sembra preferibile la distinzione fondata sull'essenziale diversità di natura delle sostanze dalla FISICA contemplate. Non ch'io pretenda, almeno per ora, specificare una *chimica materiale*, una *chimica eterea*, ed una *chimica organica*. Sto contento di premettere alcune nozioni generiche di CHIMICA, di poi i suoi rapporti colle dette sostanze. Infine dichiarerò, qualunque siasi, il mio concetto. Dunque analogamente ancora al § 1911 stabilisco:

SEZIONE I. **Nozioni generiche preliminari.**
» II. **Chimica agraria della sostanza** *materiale.*
» III. **Chimica agraria della sostanza** *eterea.*
» IV. **Chimica agraria della sostanza** *organica.*
» V. **Il mio concetto.**

Se cotesta distinzione non riesce ad aggraduirmi gli scienziati, n'avrò compenso non lieve se piana e facile strada presenti a' miei benevoli onde filo per filo procedere nella investigazione della SCIENZA AGROLOGICA.

SEZIONE I.

Generalità di Chimica agraria.

2702. **Celebri italiani** furono e sono nella Scienza della CHIMICA. Quanto valessero nella composizione de' colori e degli smalti, voi sulle vostre pareti ancor ne porgete documenti indelebili e inimitabili,

O di Pompejo, o d'Ercole già colte
Città scomparse ed obbliate, alfine
Dopo sì lunga età risorte al giorno!(1)

(1) MASCHERONI. Invito a LESBIA.

Che se a ragione messer PETRARCA scrivea: *noi non veggiam mai alcun povero che per alchimia divenga ricco: ben veggiam molti ricchi per essa ridotti a povertà*, non dobbiam credere che tutti non pensassero *ad altro che* a *mantici*, a *tanaglie*, a *carboni* (1) unicamente per tramutar materie spregevoli in oro. Se un FRANCESCO DA FORLÌ fu appiccato perchè *faciebat Archimium* (2), se GRIFFOLINO d'AREZZO, e CAPOCCIO fiorentino, furono, perchè alchimisti, arsi vivi (3), sa solo IDDIO se nati eglino e tanti loro contemporanei in altri tempi, non avessero emulati i migliori chimici odierni (4). E le pazzie dei nipoti non adeguano forse quelle de' maggiori! (5) Per attestazione poi dello HALLER a un italiano deesi il vanto d'essere stato il primo a francar la scienza nascente dalle inezie e dalle pazzie de' puri alchimisti. E fu Angiolo SALA, *primus chemicorum qui desiit ineptire* (6), autore di opere medico-chimiche (7).

2703. Si rimprovera con solenni querele agli alchimisti di aver voluto tramutare il mercurio in oro. E non credettero il gran BACONE, e LUTHER, e SPINOSA, e LEIBNITZ alla pietra filosofale, e a cotale tramutazione? Questo è un errore per nulla più madornale di quello d'alcuni scienziati moderni che pretesero si producesse calce durante l'incubazione delle uova di gallina, e che nell'economia animale e vegetale si generino ferro ed altri ossidi metallici. Que' nostri maggiori credevano per avventura che il merito del mercurio nell'*amalgamazione* fosse, non di estrarre da certi minerali oro ed argento che già vi si trova, ma di tramutar que' minerali in cotesti metalli preziosi. A gran ragione perciò, dopo aver rilevato quanto indietro sarebbe ancor la chimica senza la scoperta dell'acido solforico dovuta agli alchimisti da oltre mille anni, il LIEBIG aggiugne: *L'alchimia non fu mai altro che chimica: quel perpetuo confonderla colla pazza fabbricazione dell'oro dei secoli* XVI e XVII *è una grande ingiustizia* (8). D'onde consegue che l'ITALIA avendo avuti parecchi illustri sapienti che passarono per alchimisti (9) ha pur essa concorso ad

---

(1) De Remed. utr. Fort. C. I. dial. III.
(2) MURATORI. *Script. R. Ital.* Vol. 18, pag. 197.
(3) BENVENUTO DA IMOLA. *Comm. in Dante*. T. I, *Antiq. Ital.*, *pag.* 1128.
(4) Il costume di misurar il tempo colla durata d'una preghiera forse fu la causa che *on fut conduit peu à peu à attribuer la réussite d'une opération à la prière qui dans l'origine en devait simplement indiquer la durée.* LIEBIG. *Nouv. Lettres ecc.*
(5) Che avvenne, ad esempio, del flogisto? Del quale è ben da ricordare che *le même esprit donna naissance à une fête des plus bizarres où l'on vit madame* LAVOISIER *en costume de prêtresse livrer aux flammes sur un autel le système flogistique, pendant que la musique jouait un requiem solennel.* LIEBIG, 36 Lettre. PARIS 1852. E questo è nulla in confronto del tragico fine del LAVOISIER; al quale poi in quella stessa lettera il LIEBIG nega ogni merito fuorchè di ordinatore in certa guisa delle cognizioni e scoperte degli altri. *Al suo tempo i corpi ed i fenomeni intorno ai quali egli s'è occupato erano conosciuti: egli non scoprì alcun corpo, alcuna qualità, alcun fenomeno nuovo: tutti i fatti da lui dimostrati erano conseguenze necessarie di lavori che aveano preceduti i suoi.* V. *Lettere prime* e *seconde* di G. LIEBIG, tradotte da E. LEONE. Bibl. de' Comuni Italiani. TORINO 1853; traduzione che ho citata perchè in appoggio alla indicata traduzione francese.
(6) *Bibl. botan.* Tom. I, pag. 416.
(7) Pubblicate a FRANCFORT nel 1647, di poi a ROUEN nel 1650.
(8) LIEBIG. Lettere ecc. Ediz. cit. di TORINO, pag. 219.
(9) S. TOMMASO D'AQUINO scrivea della pietra filosofale: *Secreta alchimiae magnalia de lapide philosophico.* COLONIAE 1579. Egli sagacemente riconoscea nell'aria una delle cause della vita degli animali, e de' vegetali sia nella terra, sia nell'acqua: e nell'aria infetta una delle principali della loro morte. Un monaco FERRARI o EFFERRARI, ora

apparecchiare i fondamenti della vera chimica, di poi sorta dalle ceneri dell'alchimia con lauta eredità di fatti e nozioni a cui dee il suo mirabile slancio tra l'altre scienze tanto più antiche sorelle.

2704. E qui fo punto, benchè a malgrado, trapassando quanto vorrei dire per memorare celebri Italiani cui la CHIMICA antica ed odierna deve assaissimo. Non pochi medici ne lasciarono tracce nei loro scritti (1) e i preparati chimici de' medicamenti furono in ispecial modo studiati e diretti (2). Oltre al riflettere che anco il chimico più lontano dai sogni della fabbricazione dell'oro, avea nome d'alchimista, appunto perchè furono dimenticati o spregiati anche dagli storici Italiani, molti che nol meritavano (3), sarebbe opera degna di plauso

---

chiamato BUONO DA FERRARA, ora forse PIETRO BUONO LOMBARDO (V. TIRABOSCHI. *Storia della Lett. It.*, Tom. V, Libro II, Capo II, § XXVI.): il celebre ARNALDO DA VILLANOVA, di cui è però tuttora incerto se fosse italiano (HOEFER. *Hist. de la Chimie.* PARIS 1842. Tom. I, pag. 385): TADDEO di ALDEROTTO da FIRENZE che morì in BOLOGNA nel 1295, e prescrisse nelle sue opere medicamenti fatti con preparati chimici (SARTI. De Prof. Bon., Tom. I): GENTILE DA FOLIGNO scrisse della preparazione de' rimedii: DINO DEL GARBO di FIRENZE, medico e professore in BOLOGNA del 1311, e TOMMASO DEL GARBO di lui figliuolo, ed ivi professore del 1345, scrissero essi pure sulle chimiche composizioni de' medicamenti: il celebre MARSIGLIO FICINO, nato a FIRENZE del 1433, e morto ivi del 1499 cui si attribuisce il *Liber de arte chemica* (MANGET, Tom. II, pag. 179-183): PAOLO DI CANOTANTO, nativo di TARANTO (non mentovato dal TIRABOSCHI) autore di una *Theoria ultra estimationem peroptima ad cognitionem totius alkimiae veritatis*, lettore in ASSISI probabilmente nel XV secolo: l'AUGURELLI da RIMINI che scrisse un poema in latino, *Crysopoeia* o arte di far l'oro, dedicato a LEONE X, il quale lo rimunerò di un gran sacco vuoto colla risposta: *Si scit aurum ipsemet conficere, non indiget nisi receptaculo.*

(1) Ottimi consigli offeriva sin dal secolo XII, nel suo *Compendium aromatariorum*, SALADINO D'ASCOLI, medico del principe di TARANTO verso l'anno 1163 (FABRICIUS, *Bibl. lat. med. etc.*, Tom. 6, pag. 142). SANTE ARDUINO PESARESE, medico in VENEZIA verso il 1430, trattò de' veleni nel suo *De venenis*, e ne parla con lode Sinforiano CHAMPESIO (*De medic. Scriptor.*, pag. 33 e seg.). Michele SAVONAROLA, prof. in PADOVA sua patria, diè un trattato *De arte conficiendi aquam vitae*, e *De aqua ardente in medicinae usu*. Ermolao BARBARO di VENEZIA, commentatore di DIOSCORIDE, e autore delle *Castigationes Plinianae*, morto di soli 39 anni del 1493; Nicolò LEONICENO di VICENZA, professore a PADOVA, indi a FERRARA, ove morì d'anni 96 nel 1524, pure commentatore di PLINIO; Cristoforo ONESTI, prof. di medicina a BOLOGNA, memorato dall'ALIDOSI; Bartolomeo MONTAGNANA prof. a PADOVA, vissuto sino al 1460 (PAPADOPOLI. *Hist. Gymn. Patav.*, Tom. I, pag. 288); QUIRICO da TORTONA, citato dall'HOEFER, il quale annovera pure tra i medici chimici MANLIO di BOSCO; amendue non menzionati dal TIRABOSCHI che ricorda Paolo SOARDI da BERGAMO. Tutti più o meno nelle lore opere relative a diversi punti di medicina descrivono moltissimi medicamenti *officinali*, la cui preparazione dipende da procedimenti chimici. Quanti, quanti sarebbero da noverare.

(2) Lo studio della farmacia si rileva dagli scritti di Vittore TRINCARELLI, medico nato in VENEZIA del 1491, professore in PADOVA e in BOLOGNA, che lasciò tra molte opere anche una *De compositione et usu medicamentorum*; VENET. 1571 in-4°. Il CALÉSTANI, di cui l'HOEFER cita *Delle osservazioni* etc., stampate in VENEZIA del 1562, come pure Gianfrancesco ROTA da BOLOGNA, nell'opera *De introducendis Graecorum medicaminibus*; BONON. 1553 in-fol.; e CASALI da BRESCIA, e Girolamo CAPIVACCIO da PADOVA, e quel lume delle scienze anatomiche Gabriello FALLOPPIO da MODENA, e Fr. Alessandro da VERCELLI, e Prospero BORGARUCCI da CANZIANO (diocesi di GUBBIO), e Andrea BACCI di S. ELPIDIO nelle MARCHE, e Gerolamo MERCURIALE da FORLÌ, e per tacere di tanti altri, Andrea CESALPINO d'AREZZO, famoso botanico, ed Antonio MUSA BRASAVOLA da FERRARA; tutti questi medici, senza dichiararsi contro i medicamenti chimici della scuola di PARACELSO, seguivano le tracce d'IPPOCRATE, GALENO, degli ARABI ecc., governando di certa guisa la farmacopea de' loro tempi.

(3) Gli scrittori d'alchimia in Italia furono molti, parecchi de' quali sfuggiti alle investigazioni del TIRABOSCHI. Così del secolo XVII trovo citati dall'HOEFER un A. POTIUS autore di *Libri duo de quinta essentia solutiva*, PANORM. 1613, in-4°; un GIOANNI da PADOVA, di cui si ha la *Philosophia sacra, sive praxis de lapide minerali* MAGDEB. 1602, in-4°; un ZACH A PUTEO, un CHIARAMONTE, un GUIDO, un ROCCA DEVENDRO, un MARINI

rinvestigare e raccogliere le preziose scoperte chimiche de' tempi trascorsi (1).

Art. I. Investigazioni preliminari

[1] Della Chimica in genere.

2705. La Chimica pratica e la teorica. Dal fabbro, dallo stovigliaio, dal vasaio, dal vetraio, dal tintore, dal profumiere, dal minatore, come dall'agricoltore, la sorgente di moltissime pratiche chimiche. Gli Egiziani non solo conobbero l'arte di fabbricare il vetro bianco, ma sì gli smalti e i vetri colorati: non solo raccoglievano il *natron*, ma lo purificavano ; traevano potassa dalle ceneri, componeano saponi ; e cuocer calce, ed estrarre rame, oro, argento ecc. dai minerali che li contengono, e far leghe, e vetrioli ed altri sali; ecco tanti prodigi di *chimica pratica*. Le porcellane poi de'CINESI, l'abilità loro e degli INDIANI nell'applicazione delle materie tintorie, dall'odierna EUROPA in alcune parti non si seppe ancora raggiugnere. Da tempo immemorabile l'agricoltore fabbricò il vino, l'aceto, e persino la birra (2). Senza riandare parecchie antiche pratiche agrarie nella composizione de'concimi, nella preparazione delle sementi, ricorderò solo il processo mirabile di ERMONDO VELASQUEZ per l'estrazione dell'argento nel Messico (3); processo da lui trovato senza saper acca di chimica e senza che nè egli stesso nè i posteri l'abbiano compreso, e la cui ragione teorica appena si è potuto conghietturare dopo alcuni anni di sforzi de' SONNESCHMIDT, HUMBOLDT, KARSTEN e BOUSSINGAULT. L'impiego poi dell'aria calda negli alti forni, di questi tempi immaginato, e con tanto successo esteso nelle fabbricazioni, dimanda il DUMAS, è forse risultato di meditazioni, di teorie?

---

ed altri, fra quali il celebre, più per le sue vicende che per le sue opere, Giuseppe Francesco BORRO milanese, condannato a languire 25 anni in Castel S. Angelo, e che il TIRABOSCHI, forse per difendere la Corte che lo perseguitò, vuol far credere un impostore (*Stor. della Lett. ital.* Ediz. cit., Tom. VIII, pag. 147).

(1) Di Angiolo SALA ho già detto nel § 2702. Nella sua *Saccharologia* descrivea in modo chiaro e semplice il raffinamento dello zucchero, e nella *Hydreleologia* esponea il modo di estrarre lo spirito di vino dall'acqua zuccherina, la formazione dell'ammoniaca ec.

Il VIGANI Gio. Francesco (che non trovasi menzionato dal TIRABOSCHI) è autore di un metodo di purificazione del vitriolo di ferro, e d'altri sperimenti.

Il BARTOLETTI, prof. a BOLOGNA (non mentovato dal TIRABOSCHI) descrive lo zucchero di latte sotto nome di *manna seu nitrum seri lactis*. Il VALENTINI nella sua *Relatio de magnesia alba* preconizzava l'uso della magnesia. Il TURRE di PADOVA scrisse dell'acque minerali (*Junonis et Nerei vires in humanae salutis obsequium traductae; Diss. qua aeris et aquae natura expenditur.* PATAVII 1668), di cui non veggo cenno nel TIRABOSCHI. SERVIO da SPOLETO citato dall'HOEFER col nome più noto di PERSIUS TREVUS.

Nel CAPITOLO III del presente LIBRO (§ 66) ho accennato a qualche antica nozione sul *lievito*, sulla *birra* ecc. Più innanzi citerò all'uopo alcune altre prove della sapienza antica, in ispecie degl' Italiani, tra i quali il BRINGUCCIO, LEONARDO da VINCI, il CARDANO, il PORTA ed altri memorevoli anche per argomenti di chimica ; la quale per vero dire deve moltissimo all'età odierna, ma dee non poco eziandio all'età trapassate.

(2) DUMAS. *Lezioni di Filosofia chimica*. Lez. I. LIVORNO 1842, pag. 9.

(3) Fu trovato nel 1561; è complicatissimo, ma soddisfa ad ogni desiderabile condizione. Così il DUMAS loc. cit., pag. 10.

2706. Lo studio della chimica sarebbe dunque inutile, dappoichè la pratica ha saputo far tanto senza soccorso di arcane e sudate teoriche? Certa cosa è che si seppe calcolare la durata dell'anno, il ritorno delle stagioni, l'arrivo dell'eclissi prima di conoscere la teorica della gravità; che sonosi costruiti mulini, stantuffi, e trombe aspiranti senza sapere di pressione atmosferica; perciò non è da meravigliare se si giunse a fabbricar vetri e stoviglie, a tingere stoffe, a sceverare metalli senza filosofici aiuti. E la geometria stessa, come osserva il LIEBIG, non dee a principii scientifici la scoperta delle proprietà della celebre ipotenusa. Ma l' uomo, sempre oltrando nella perfezione della sua intelligenza, non può più aspettare colle mani alla cintola che nuovi fatti e fenomeni vengano a caso e a fortuna. Il vero scienziato, ispirato dal soffio di una saggia filosofia, interroga e studia la Natura ne' suoi fenomeni, vuol saperne le cause e le leggi, e con queste cognizioni edifica, per così dire, nuove scoperte, anzichè sperarle dal caso che può offerirne una per secolo. Il chimico oggi interroga il minerale, e il minerale gli risponde ch'è *silicio*, *alluminio*, ferro; o s'è combinato, gli rivela che gli si applica una data espressione del linguaggio chimico. Ecco fatta l'*analisi*. Da questa è guidato a sperimentare nuove combinazioni d'onde infinite applicazioni utili, e miglioramenti nelle fabbriche, nelle arti, nella preparazione delle medicine, ne' processi di metallurgia: ed ecco la chimica applicata. Il chimico valente, cogl'insegnamenti della scienza penetra ognor più le cause de' fenomeni naturali, ne constata le mutazioni, e scopre gli elementi comuni a fenomeni differenti; cerca le leggi che li governano, e gruppando i fatti coll'aiuto de'sensi per lui percettibili, arriva finalmente a designarli con una espressione astratta, ed a concepire una teoria che li concatena (1).

2707. Senza la cognizione della CHIMICA, oltre quella della FISICA, è impossibile comprendere nulla nel mirabile meccanismo della vegetazione, e della vita animale: impossibile correggere o prevenire le perturbazioni nell'economia della macchina organica, temperare o attutire le alterazioni del suo stato normale. L'agricoltore, senza di essa, non saprà mai esattamente la natura del suo terreno, il valor reale degli *acconciamenti*, degl'*ingrassi*, le condizioni dello sviluppo e della vita delle sue piante, de' suoi animali, le regole che deono presiedere alla loro vantaggiosa ed economica alimentazione, senza dire di tutti i procedimenti necessari a conservare o modificare i raccolti ottenuti dal terreno, per ricavarne i diversi *prodotti*, onde poi l'arti rurali della macerazione d'alcune piante, della fermentazione, della distillazione, della combustione, indi la fabbricazione del vino, dello spirito, dello zucchero, del carbone ecc., come sarà in suo luogo da vedere. Ma si dee egli pretendere che l'agricoltore apprenda daddovero la SCIENZA CHIMICA?

[2] La Chimica agraria.

2708. La Chimica agraria, ecco tutta la scienza chimica che il vero agronomo dee sapere. Ma non la *Chimica agraria* che insegnano i chimici,

(1) Vogliasi qui ripetuta per le scoperte *chimiche* la nota (2) apposta al § 1923 rispetto alle *fisiche*.

perciocchè suppone la perfetta cognizione della chimica generale inorganica ed organica. Che può egli apprendere infatti l'agronomo dal MALAGUTI, quando gli dice: *Senza gas acido carbonico, senza gas ammoniaco, senza vapor acqueo da una parte: senza silice, senza calce, senza magnesia, senza potassa, senza soda, senza cloro, senz'acido fosforico, senz'acido solforico, senz'ossido di ferro, d'altra parte, voi non farete giammai prosperare una pianta?* (1) S'egli non sa prima che sia *acido*, che sia *alcali*, che sia *ossigeno*, che sia *gas acido carbonico* ecc. ecc. non potrà comprendere in che consista quella necessità delle piante, come non conoscerà la natura del suo terreno se prima non sappia che valore abbiano le parole *fosfati*, *silicati* ecc. La *Chimica agraria* vuol essere adunque estesa e in pari tempo limitata rispetto alla *Chimica generale*, nella guisa dichiarata al § 1901 per la *Fisica agraria* rispetto alla *Fisica generale*. E mi spiegherò eziandio più per minuto, disviluppando in pari tempo parecchie tra le applicazioni che la scienza agrologica alla chimica dee improntare.

2709. È **d'uopo imparare dalla Chimica** di quali elementi si costituisca il vegetabile: quanto e come sieno questi nutritivi per gli altri esseri organici: di quali materie si componga il terreno: quali sieno indispensabili, utili, indifferenti, o dannose alle piante: in quali proporzioni debbano trovarsi nel suolo perch'esso sia fertile: come influiscano l'aria e l'acqua nella vegetazione: se i concimi sieno indispensabili, e quali e come composti i migliori: se deono applicarsi poco o molto fermentati; se il terreno, come il volgo esprime, li *mangia* o le piante li consumano; se le sostanze organiche in certe condizioni soccombono all'azione della sostanza *eterea*, luce, calore, elettricità, o di certe sostanze *materiali* ovvero *organiche*: quali elementi restituiscano lo stato normale agli esseri organici ne'quali si vegga alterato. L'agricoltore è in certo modo uno sperimentatore continuo: ma indaga egli, o per meglio dire, sa egli trovare la guida e la ragione positiva de' suoi risultati? Egli cerca d'evitare ciò che possa avversarli; ma senza la scorta delle scienze fisiche e chimiche, se vorrà procedere nell'arte sua, se vorrà migliorare le sue pratiche, se vorrà conseguire più sicuri e più vantaggiosi successi, dee possedere egli stesso le cognizioni opportune. Rammenterò sempre quel confronto del DAVY. Se una persona, dic'egli, viaggiando di notte non vuol esser deviata da un fuoco fatuo, il miglior mezzo è portar un lume colle proprie mani (2).

2710. Una **Chimica agraria isolata**, come sarebbe la geometria, l'astronomia, la meccanica, che ponno fare astrazione dall'altre scienze, è una chimera, o vuoi una sibilla incantevole che può illudere e innamorare l'agronomo a segno di porgergli fiducia di sorprendenti successi, che si cambieranno in crudeli disinganni quante volte non conosce l'altre scienze de' cui filosofici aiuti s'informa la scienza agrologica. Se gli difettano le nozioni essenziali di Botanica, di Zoologia, di Geonomia ecc., la Chimica gli parlerà un linguaggio che solo sgarrando saprà diciferare. Perciò stimo indeclinabile apprendere quei

---

(1) MALAGUTI. *Lezioni di Chimica agraria*, trad. del SELMI. TORINO, Cugini POMBA e Comp., 1850, pag. 8.
(2) DAVY. *Elem. di Chim. agr.*, traduz. del TARGIONI. FIRENZE 1815. Vol. I, p. 50

principii di *Chimica generale* che importano allo svolgimento della scienza Agrologica la quale valendosi poi non solo delle chimiche discipline, ma dell'altre scienze eziandio, sviluppa complessivamente anche quelle teoriche nozioni de' naturali fenomeni le quali formano il subbietto degli speciali Trattati di *Chimica agraria*. Impariamo adunque innanzi tratto che sieno ad esempio gli acidi e gli alcali, i metalli e i metalloidi, le composizioni e le decomposizioni, i naturali ed artificiali procedimenti di dissoluzione, combustione, fermentazione, putrefazione ecc; che sieno agenti, e reagenti; che le combinazioni, i sali, i radicali, le basi ecc. ecc. e tuttociò ne' limiti necessari alla istituzione dei principii agrologici ed alla diretta applicazione all'arte rurale. E di poi mano a mano ricorrendo le quistioni fisiologiche, e l'altre tutte inerenti a quello ch'io chiamo *Meccanismo della Produzione*, troveremo nel VII LIBRO che gli è destinato, l'ordinata e piana esposizione della SCIENZA AGROLOGICA.

2711. Di quella guisa che il Botanico nel suo Trattato de' vegetabili può e forse dee comprendere indicazioni agricole, cioè notare i rapporti tra la vegetazione e la coltivazione: ed il Zoologo non può trapassare l'indicazione dell'utilità o nocimento derivante all'arte rurale dai diversi quadrupedi, ed altri animali: del pari chi scrive un Trattato compiuto d'Agricoltura, dee percorrere il campo vastissimo della *Chimica* per farvi copiosa messe di tutte le applicazioni utili all'arte del coltivare, secondochè i moltissimi argomenti della sua trattazione il richieggono. Ma non può come il chimico offerirli tutti in un sol corpo, cui dà nome di *Chimica agraria*, senza metter piede su nozioni ancora da chiarire, su pratiche ancora da divisare, per la gran ragione addotta dallo stesso LIEBIG rispetto alla *Chimica* (§ **1902**). Sarebbe egli logico, e proficuo al leggitore ch'io parlassi ora della fermentazione de' concimi, senz'avere esplicato quali e quante fatta di concimi fa e può fare l'Agricoltore? Potrei discutere la chimica fattura del butirro o del formaggio, senza aver discorse le qualità dell'animale lattifero, l'influenza delle varie specie de' foraggi, delle cure igieniche ed altre prestate all'animale medesimo? Breve, dirò certo in questo CAPITOLO de' meravigliosi processi di fermentazione, di coagulamento, di dissoluzione ed altrettali fenomeni chimici, ma solo appunto quanto basta, perchè l'agronomo sappia che intendasi per fermentazione, per combustione, e via dicendo d'ogni altro fenomeno la cui cognizione è dagli odierni confidata alla CHIMICA.

[3] Dichiaramento.

2712. La **Chimica** è indubitatamente una scienza cui oggidì deve moltissimo il perfezionamento e la ragione scientifica di tanti rami di arti e d'industria. L'Agricoltura specialmente ne ha tratto spiegazioni teoriche, e norme pratiche di moltissima importanza. Ma tuttavolta convien confessare che troppo si è preteso da molti chimici, e dai più celebri, quando singolarmente si è voluto far dipendere il grande fenomeno della vegetazione quasi esclusivamente da combinazioni ed azioni chimiche. L'Agricoltore dee fare giusto calcolo delle cognizioni che la Chimica può offerirgli, ed in pari tempo riguardarsi dal credere soverchiamente, e compiutamente a quanto è appoggiato a bellissimi concetti dell'immaginazione, ma non avvalorati dall'esperienza positiva.

Quando si vuole esattamente ed intimamente conoscere la composizione del terreno; quando si vuole indagare gli elementi che le piante traggono dall'atmosfera: quando confrontare il valore delle sostanze costituenti un concime; quando riconoscere di che elementi si compone una pianta, di quali lascia più o men povero un terreno dopo la coltivazione, e non pochi altri studi e ricerche analoghe utilissime, l'agronomo troverà sempre la chimica pronta a fornirgli preziosi insegnamenti quante volte si faccia ad interrogarla. Ma bisogna saperla interrogar bene ed opportunatamente; o, per esprimermi più chiaramente, volendo cercar vantaggiose norme nei Trattati dei moderni chimici, non bisogna lasciarsi illudere, per mo' d'esempio, dalla celebrità del nome o dalla vivacità dello stile del celebre LIEBIG, di cui il non men celebre chimico BERZELIUS non lodava lo aver dimenticato di fare *distinzione rigorosa fra le certezze e le probabilità, e l'essersi permesso di voler persuadere al lettore* che *semplici probabilità sieno verità stabilite* (1). Del qual LIEBIG diceva l'anno appresso lo stesso BERZELIUS, che la sua *Teoria degli avvicendamenti* era formata sovra ipotesi che mal si reggono perchè non appoggiate ad esperienze: esperienze *delle quali il* LIEBIG *avea necessità per le sue teoriche speculative* (2). «La chimica prende a'nostri giorni una falsa direzione, e l'occhio del filosofo la vede con rammarico incamminata di nuovo per quella strada tenebrosa da cui con grande fatica l'avea distolta il passato secolo ». Ora queste parole non son già mie, le pronunciava il LOVYET nella pubblica sessione dell'Accademia delle scienze del BELGIO, tessendo l'elogio dello stesso chimico, il BERZELIUS.

2713. Non sarà dunque meraviglia se ho tentato di stabilire una specie di altra *Chimica agraria* e quale io credo possa convenire agli studiosi della Scienza Agronomica, giacchè i moderni chimici col ridurre quasi la medesima a sola veduta chimica hanno imbarazzato, e svogliato i pratici dallo studio della teorica vera dell'Agricoltura. Del che divien pure obbligo mio di offerire le prove, le quali non serviranno a semplice scopo di polemica, ma spianeranno la via per comprendere le cose a dirsi in questo CAPITOLO.

Certo gli antichi chimici, od alchimisti adoperavano termini strani quando chiamavano il solfato di potassa, *sal de' duobus*, *arcano duplicato* ecc. Rimane ancora incomprensibile che intendesse PARACELSO sotto il nome di *alchahest* (*allgeist*): però molti nomi non erano affatto stranissimi, chiamando ad esempio il LIBAVIO *spiritus fumans* un sale di stagno, *spiritus sulphuris acidus* una soluzione di gas acido solforico, benchè Giorgio AGRICOLA chiamasse *demonii sotterranei* i gas *irrespirabili* (3) che asfissiavano gli operai nelle miniere d'ANNEBERG in Sassonia.

Ma le nomenclature moderne potrebbero essere molto meno stravaganti, e i vocaboli *Clorazosuccinico*, o *Clocarbotamide*, e il *Triazotomesitileno* e la *Dicianomelanilina*, la *Bichlorhydroquinone*, la *Bibromestilina*, la *Cloromercurate di carbonilamide*, sono barocchismi veri, come il designare le combinazioni di acidi colle parole *aspariginosazione*, *cloridricidificazione*, ecc. del che non dirò più oltre, dovendo poco stante sul chimico linguaggio intrattenermi.

---

(1) *Rapport annuel sur les progrés de la Chimie*; 1844.
(2) *Rapport annuel*, id. 1845.
(3) GEORGII AGRICOLAE. *De animantibus subterraneis*. BASILEA 1657.

E pazienza ancora la stravaganza de' nomi, è peggiore quella dei concetti. Come mai per disinfettare le latrine d'una immensa città quanto PARIGI si può consigliare sul serio il sugo di limone, il sugo e fiori d'arancio, l'acquavite di lavanda canforata ecc.? (1) Allorchè poi si riguarda a proposte e ricette per combattere, o riordinare alterazioni patologiche di animali o di piante, lascio a chi ebbe la superlativa bontà di sperimentarle, il dichiarare se appunto in forza del loro disinganno, perdono poscia ogni stima e fiducia in tanti reali e preziosi insegnamenti che la Chimica può, quanto l'altre scienze, offerire.

2714. Delle **contraddizioni** dei chimici ho già fatto cenno nel III CAPITOLO del presente LIBRO. Le divergenze nelle congbietture o disquisizioni *teoriche* non deon sorprendere in una scienza in certo modo giovinissima, e forse nella parte organica piuttosto nascitura che infante. Valgami replicare a questo proposito delle ipotesi, quanto ho detto per le medesime rispetto alla FISICA (§ **1927**). Ma nelle analisi di fatto dovrò io consumare il tempo e l'altrui tolleranza registrando le disparità di risultati, come quelli ad esempio ottenuti dall'Arturo GORGEY nell'analisi sugli acidi grassi, solidi, e volatili del butirro di cacao contrari a quelli rilevati dal SAINT-EVRE? (2) Parecchie volte in queste escogitazioni agrologiche, mi ricorse di notare di volo altrettali disparità e divergenze; ad esempio sulla *densità* del vapore di acido acetico (§ **2026** in nota), sull'*arsenico* e il *tellurio* se sieno metalli (§ **2093**), sulla forma delle molecole (§ **2144** in nota), sulla origine animale dello zucchero (§ **2175** in nota) ecc.: alcune più gravi ne ricorreranno in appresso; tralascio perciò di spendervi altre parole.

2715. Moderni Alchimisti. In altri secoli si cercava di far l'oro: nell'odierno si vorrebbe lo stesso fine indirettamente, sostituendo alle spese di concimazione, minime dosi d' ingrassi prodigiosi, laonde raccogliendo grano di pochissimo costo se ne ritrarrebbe oro egualmente a buon mercato. Gli evidenti vantaggi delle chimiche moderne investigazioni hanno fatto nascere cotesti alchimisti peggiori degli antichi, i quali a dir vero vegliavano, sudavano con dispendii di vero oro e di tempo per trovare il prezioso segreto: i moderni spacciano d'averlo rinvenuto, e vendendo le polveri misteriose hanno scoperto l'arte di ricavare oro dall'abbondevole miniera della pubblica credulità. Ed in questo la Chimica ha dimostrato, non di rado le più belle ed utili nozioni riuscire coltelli a doppio taglio. Infatti, spiace il dirlo, ma uno de' primi chimici odierni, Giusto LIEBIG, fu per avventura il colpevole del funesto consiglio e del più funesto esempio. Funesto consiglio quando sentenziò nella sua *Chimica applicata alla agricoltura* che verrà un tempo in cui si vorrà ingrassare il terreno con estratti, dissoluzioni ecc. (3): funesto esempio, quando, non dissenziente egli, si aprì in Londra la vendita di ampolle liquidi, e cartoccini di polveri da surrogare al letame!

---

(1) *Revue Scientifique par* QUESNEVILLE. Juillet 1849.

(2) *Journ. de Physique et de Chimie.* Janv. 1849.

(3) *Il viendra sans doute un temps où, au lieu d'employer, comme aujourd'hui, des fumiers, on engraissera les champs avec une dissolution de liqueur siliceuse (silicate de potasse), avec la cendre de paille, avec les phosphates préparés exprès dans les fabriques* ecc. LIEBIG. Chimie organ. appl. à la Physiol. végét.. et à l'Agriculture. PARIS 1841. pag. 189, § 128.

Di poi speculatori, ed anche chimici alcuni di essi, inondarono le stampe di promesse, e si propagarono ingrassi onnipossenti, tra quali i più celebri

Ingrasso chimico normale	*Ingrasso geofilo*
» *soprazotato concentrato*	*Torba azotata*
» *azotatissimo*	*Orine umane solidificate*
» LABORDERIE	*Polvere azotica del* BICKES
» CHALARD	*Ingrasso di confettamento*
» *Seminal*	*Ampolle dette del* LIEBIG
» *liquido dei* DUSSEAU	*Ingrasso concentrato dell'*HOUGIN.

2716. Quest'ultimo ammetteva una mezza *onnipotenza*, o vuoi meglio, semi-universalità, perchè compone il suo concime di due fatta, una per tuberi, una per semi;

	CONCIME HOUGIN per pomi di terra	per grani
1. *Acqua*	12,54	11,34
2. *Materia organica* . . .	42,84	48,67
3. *Fosfati*	29,50	27,02
4. *Solfato di calce* . . .	3,41	4,23
5. *Cloruro di calce* . . .	2,22	—
6. *Cloruro di magnesia* . .	0,47	0,25
7. *Magnesia*	—	0,58
8. *Sali alcalini*	3,50	3,50
9. *Sabbia*	5,52	4,63
	100,00	100,00
contenenti Ammoniaca .	7,12	8,10

Io so bene che cotestoro non sono tutti chimici, ma non veggiamo noi celebri sapienti pronunciare sul valore effettivo dell'un per cento di più d'ammoniaca esistente in un ingrasso, quasi che differenze di simile entità si possano poi in pratica dall'agronomo rilevare, e constatarne un reale divario d'efficacia ne' risultati? Se i moderni chimici avessero adoperata alquanto maggiore sobrietà nell'applicazione di teoriche scientifiche ognora controvertibili (fin che non validate dai fatti) non s'avrebbe a lamentare la comparsa di questa nuova stirpe di cerretani venditori della fertilità, stirpe in danno de' creduli agricoltori, quasi superfetazione delle nuove chimiche agrarie, venuta con esse alla luce.

2717. **Inventare una Chimica agraria** non è, sallo Iddio, la mia pretesa, come non lo è di abbattere l'edificio costruito da tanti sommi sapienti, i DAVY, i LIEBIG, i PAYEN, i JOHNSTON, i BOUSSINGAULT, i MALAGUTI ecc. È unicamente mio pensiero ridurre alquanto più pratici e intendevoli que' principii di Chimica che porgono incontrastabile applicazione fruttuosa all'agricoltura, e scrutinare con giusto riserbo quelli di cui non trovo ragione sufficiente, o competenti sperienze che li argomentino, affinchè l'agronomo in certe vantate

speranze ed esagerati successi guardingamente confidi. Lo che sia detto non solo pel CAPITOLO presente, il quale contiene appena in alcun modo la *Chimica agraria generale*, quanto per tutte le successive induzioni ed applicazioni che ad ogni passo di questi studi agrologici verranno in discussione.

Art. II. Nozioni generali.

2718. Nel Trattatello di FISICA AGRARIA esposi a sufficienza che s'avesse da intendere a significanza de' seguenti vocaboli:

Atomo, Ente e **Monade** (§ 1935-34-35).

Molecola e **Corpo** (§ 1936-37).

Affinità (§ 1977, 2007 e 2008).

Soluzione, Dissoluzione, Saturazione, Infusione, Decozione, Amalgama e **Fusione** (§ 2007 e 2137).

Dissi inoltre che intendasi l'operare del Chimico per *via secca* e per *via umida* (§ 2007): di poi che significhino

Combinazione o composizione, e **Decomposizione** o scomposizione (§ 2007-8).

Cristallizzazione (§ 2079-2088), **Dimorfismo** (§ 2089), **Polimorfismo** (§ 2090), **Isomorfismo** (§ 2091) e **Monomorfismo** (§ 2093).

Vaporazione (§ 2139 e 2427), **Bollizione** (§ 2429).

Tenuto che s'abbiano qui le preallegate definizioni per riconsiderate, poche altre generiche investigazioni ricorrono al tolto assunto.

[1] Analisi e Sintesi.

2719. **Analisi chimica** (1). Si esaminarono le proprietà fisiche de' corpi (CAP. VII), ma ogni corpo è composto di *atomi*, o di *enti* o di *monadi*, riuniti in *molecole* e la loro più intima investigazione è quella cui tende ad accostarsi quanto più possa la chimica analisi.

Riguardando alla *sostanza materiale* noi la troviamo sotto forma di aggregati di parti *omogenee*, o *eterogenee* (§ 32). Riguardando alla *sostanza organica*, essa si presenta ai nostri sensi composta essenzialmente di parti eterogenee, mentre la *sostanza eterea* sfugge in questo rispetto alle nostre escogitazioni. Ora se riduciamo in minima polvere un pezzo di zucchero, di vetro, o di cinabro, troveremo quella polvere somigliante a infinitesimi pezzetti di zucchero, di vetro, di cinabro, e diremo che que' corpi sono *omogenei*: laddove

(1) Analisi da ἀναλύω *risolvo, sciolgo, disgiungo, separo.*

triturando un pezzetto di breccia, o macinando un grano di frumento li ridurremo in una polvere composta di minimi pezzetti, altri simili fra loro, altri dissimili, e diremo non essere la breccia ed il grano corpi *omogenei*, bensì *eterogenei*. Ma nel fatto, lo zucchero, il vetro, il cinabro non sono più omogenei della breccia e del grano. Que' minimi frantumi di zucchero, di vetro e di cinabro, coll'aiuto della Chimica perverrò a dividerli, e a disgiugnere gli elementi onde realmente compongonsi. Questa operazione è l'*analisi* chimica, la quale non servirà solo a disgregare que' costitutivi elementi eterogenei, ma eziandio a manifestarmi che siano, ed in quali proporzioni erano congiunti tra loro per comporre quello zucchero, quel vetro ecc. I detti minuzzoli poi di grano e di breccia, essi pure sono minimi pezzetti eterogenei, e solo l'*analisi* chimica saprà dirmi quali veri elementi compongano la breccia, il grano ecc. Se si ricerchi solo il numero e la natura de' medesimi, chiamasi l'*analisi*, *qualitativa*: se, inoltre vuolsi pur conoscere la quantità o peso di ciascuno di essi, la dicono *quantitativa*. Si pretende quest'ultima assai più difficile della prima: ma per mia stima la difficoltà maggiore consiste nel rinvenire tutti gli elementi costitutivi di un corpo. Quando questo è inorganico, si ha la *controprova* tentando colla *sintesi* di ricomporre coi rinvenuti elementi il corpo analizzato. Ma se il medesimo è di natura organica, o per meglio dire organizzato, chi può ricostituirlo? (1) Ritenga l'agronomo che un'analisi ben fatta è luce, mal eseguita è un' insidia. Pe' corpi inorganici non poche le accettevoli: pegli organici o misti di sostanza organica, pochissime le unisone e soddisfacenti (2).

2720. Un **analisi singolare**, vo' dire il rilevare l'esistenza d'uno o due principii in un terreno, in una pianta, è un cimento assai pericoloso, perchè lo studio stesso della vegetazione farà comprendere a suo luogo, che uno o due elementi non bastano a favorirne lo sviluppo. Ad esempio il PERSOZ propose di emendare la coltivazione della vite in relazione alla molta *potassa* che si contiene nel suo *prodotto*. Il BOUSSINGAULT analizzando questi *prodotti*, cioè ceneri del vino, di sarmenti e delle vinacce non vi trova maggior copia d'alcali

(1) Replicherò a scanso d'equivoci la differenza tra organico ed organizzato. Intendono alcuni per corpo organizzato esclusivamente il corpo vivo; invece organizzato rimane anche un osso, un pezzo di legno, un cuoio, una membrana, una foglia, finchè realmente non si sono decomposti Un granello d'uva finchè non infracida è un corpo organizzato. il vino invece è una sostanza organica, come l'aceto. l'alcool, ecc.

(2) Oltre la probabilità che qualche elemento costitutivo sfugga nelle analisi de' corpi organici, il modo stesso di combinazione degli elementi medesimi può cagionare sensibili differenze che l'analisi non può apprezzare, perchè nel separare quegli elementi non viene in cognizione del modo con cui sono fra loro combinati. Perchè questo concetto non appaia strano si rifletta essere stato avvertito dal GEOFFROY iuniore (nato a PARIGI nel 1685). il quale, veggendo che le piante, quantunque diverse, offerivano all'analisi la presenza degli stessi principii, rifletteva: *Il faut donc qu'il y ait dans la combinaison de ces principes quelque différence qui occasionne celle qu'on remarque surtout dans la couleur et l'odeur des différentes plantes*. Mém. de l'ACAD. DES SCIENCES. AN. 1717, pag. 517. Del resto, circa alle mie dubitazioni sull'analisi de' corpi organici, mi giovino queste parole del DUMAS: *Anche oggi gli alcali vegetali non ci offrono essi l'esempio di composti*, de' quali la vera essenza ignoriamo, e che non ostante *sono considerati come basi e noti perfettamente? che mai possiamo noi dire della loro riposta natura? certamente nulla, o vaghe supposizioni. E non si può dire altrettanto della storia della maggior parte degli acidi organici? non ignoriamo noi del pari la loro informe natura?* DUMAS, Lezioni di Filosofia chimica, *versione* di G. GROSSI. LIVORNO, 1842, pag. 188.

tolta al terreno oltre quanto facciano l'altre colture. La vite torrebbe ad un ettare di terra,

Potassa	chilogr.	16,42
Soda	»	0,10
Calce	»	12,49
Magnesia	»	3,22
Acido fosforico . .	»	7,23
Acido solforico . .	»	1,93

Nello stesso terreno

Il pomo di terra toglie alcali	chil. 63	acido fosforico	ch. 14
La radice di barbabietola »	» 90	»	» 12
Il frumento colla paglia »	» 27	»	» 19

Troveremo, parlando di queste piante diverse, che gli esposti dati ponno fornire alcun lume a governo nel coltivare: ma guai per l'agronomo il quale credesse che in qualsiasi terreno la sola aggiunta di potassa vi renda la vite prospera e fruttifera e che la differenza di successo nel ricolto dallo stesso campo di pomi da terra, di barbabietole, o di frumento, si possa ammendare coll'aggiugnere que' chilogrammi d'alcali o d'*acido fosforico*, secondo che per l'accennato prospetto proporzionalmente il richieggono.

2721. **Arditissima tesi** è quella perciò del GASPARIN, del BOUSSINGAULT ed altri di fondare per così dire il principio classico dell'agrologia sulla maggior o minor quantità di sostanza *azotata*, contenuta da un terreno, o dagli ingrassi che gli si somministrano. Fu somma ventura, fu scoperta immensa quella di constatare direttamente la decomposizione della *sostanza organica*, sotto l'influenza del calore, in tre o quattro gas. Scoperta dovuta al LAVOISIER, mentre quella del metodo atto ad apprezzare in peso e volume i rapporti tra loro dei gas medesimi è dovuta al GAY-LUSSAC. Ma le frequenti discordanze delle analisi chimiche ne fanno dubitare appunto sulle proporzioni di quell'*azoto* ed anzi sulla esistenza del medesimo che si vorrebbe escludere, a mio parere, da troppe specie di sostanze organiche: dubitazione che troverà in altro luogo non pochi argomenti per giustificarla (1).

(1) A minorarmi la taccia di poco fiducioso nelle chimiche analisi organiche, potrei valermi di moltissimi esempi. Ecco quella della *narcotina*:

	Carbonio	Ossigeno	Idrogeno	Azoto
Del PELLETIER e DUMAS	68,80	18,00	7,21	6,91
» LIEBIG	65,00	26,99	2,51	5,50
Differenze	— 3,80	— 8,99	— 4,70	— 1,41
Di nuovo PELLETIER	63,17	25,07	5,31	4,33

ma rimase sempre nel LIEBIG la notevole differenza d'*idrogene*. Rispetto poi al dubbio sulle sostanze organiche non azotate, mi basti notare per ora che s'escludeva già l'*azoto* da tutte le materie vegetali, intanto che il SAUSSURE ne constatava la presenza nella gomma arabica, dalla quale i moderni l'escludono.

2722. La **Sintesi chimica** è una visione orgogliosa, quando pretende di comporre ciò che non è. Voi mi dite, che con escrementi di serpenti e d'uccelli sapete preparare la sostanza cristallizzabile contenuta nel liquore *allantoico* della vacca, col sangue ridotto in carbone far dell'*urea*: con segatura di legno fabbricar *zucchero*, o dell'*acido formico*, o dell'*ossalico*: colla corteccia di salice produrre l'olio volatile de' fiori dell'*ulmaria*, o della *gualteria*: con pomi di terra ottenere l'olio volatile della radice di *valeriana*. Ma io risponderò a voi, celeberrimo LIEBIG, con altre vostre parole, che l'opinione secondo la quale la forza creatrice della Natura sarebbe onnipossente e capace a produrre senza sementi, ma da roccie disgregate, o con residui vegetali in putrefazione le piante più svariate ed eziandio animali, e l'altra ipotesi che ammette la generazione del ferro e di ossidi metallici nel corpo vivente dell'animale, tutti questi sogni non sono che il risultato dell'ignoranza, dell'ignavia, o della incapacità di risalire all'origine ed alle cause de' fenomeni (1). Nè mi si apponga se cotali parole son troppo severe; chè, siccome avvertii, non m'appartengono. Esse dimostrino soltanto all'agronomo che il corpo umano non genera il ferro, nè il fosforo, e i residui vegetali non creano piante o animali; ma in pari tempo che il chimico non produce ma trova nella segatura di legno lo zucchero e via dicendo, e non può creare in un concime quelle sostanze fertilizzanti che non possiede. E ciò basti per esplicare che sia ed a che monti la *sintesi chimica*.

2723. **Avverta** nondimeno l'agronomo che se *sintesi chimica* nell'esposto lato senso, non reputo potersi ammettere, la ritengo tuttavia per evidentissima, quando s'applica a formare nuovi composti inorganici, o, se d'organica sostanza, non organizzati (2). Per mezzo della *sintesi* la chimica dimostra la formazione della *pietra pomice*, del *feldspato*, della *mica*, de' metalli *solforati*. Mirabile è poi la sua produzione del *lapis-lazuli* d'onde traesi quel bello azzurro detto *oltremare*, nè per aria nè per vivissimo fuoco, alterabile. Prendendo *silice*, *allumina* e *soda*, materie tutte senza colore, e di più *solfo* e *ferro* che non sono punto azzurri, si fabbrica ora *oltremare* più vago del naturale, del quale parecchie libbre non costano oggi quanto per lo addietro un'oncia sola. Similmente il chimico saprà comporre zucchero, ma estraendolo da una sostanza organica come legno, o gomma, o succo di barbabietola ecc., e comporre gomma traendola dall'amido; o aceto, ricavandolo dal legno ecc: ma non comporrà un pezzo di legno comecchè v'impieghi tutti i materiali che coll'analisi gli venga fatto di rinvenire nel medesimo, del pari che non potrà ricavare nè ferro nè oro o qualsisia corpo semplice da qualsivoglia materia in cui esso non esista.

[2] Azione chimica.

2724. Per **azione** chimica che s'ha egli da intendere?

Quando si credea che l'aceto non fosse da distinguere dagli acidi minerali,

(1) LIEBIG. Loc. cit. *Trenteseptième lettre.*

(2) Il GIRARDIN dice: *Toute la science chimique consiste dans ces deux opérations*: DÉTRUIRE *et* CRÉER. *Leç. de Chim. Élém.* Paris 1846, 4.me partie, pag. 8: ma la differenza è grandissima tra il *distruggere* e *separare*, non che tra il potere *creativo* e il *compositivo*.

che lo spirito di vino non differiva dal *bicloruro di stagno*, che il burro di vacca era un burro come il *cloruro d'antimonio*, l'*azione chimica* s'avea per un' *azione organica*. Nasceano le piante da semi, e così doveano prodursi i metalli le cui sementi erano le *azioni chimiche*. Anzi, la produzione delle piante e degli animali dovea l'origine ad azioni chimiche, perchè sviluppavansi dalla fermentazione e dalla putrefazione. Aveano i maggiori nostri più ragione degli odierni nepoti loro, che fanno dipendere le azioni chimiche, come la fermentazione e la putrefazione, dalla presenza e sviluppo di pianticelle, e animalucci parassiti? Quante volte sono in contatto tra loro corpi eterogenei, havvi *azione chimica* (1); proposizione vera semprecchè questi corpi sieno in condizioni fisiche che loro permettano di obbedire alla medesima (2). La *forza vitale* ha facoltà di produrre effetti ch'essa sola è capace di creare: l'*azione* o *forza chimica* ha parimenti fenomeni proprii ch'essa sola può sviluppare, molti de' quali avversano o bilanciano quella *vitale*, mentre altri non pochi la sussidiano e le sono essenziali. Ad esempio vedendo il ventricolo di vitello morto, col mezzo di un po' di *acido cloridico* sciogliere e digerire la carne, e l'albumina coagulata, come fa il ventricolo di un vitello vivo, dobbiamo riconoscere l'importanza dell'azione chimica nelle funzioni della digestione ed alimentazione.

2725. Combinazione e decomposizione sono i due fatti semplicissimi in cui si riassume tutto il soggetto della scienza chimica (3). La quale però non si limita a questo fare e sfare, ma vuol conoscere della diversa natura de' corpi, e delle loro proprietà analogamente chiamate chimiche e per solito ben diverse da quelle ch'e' possedeano innanzi la *composizione o decomposizione*. Havvi inoltre, se non prendo abbaglio, un terzo fenomeno che rigorosamente non è *combinazione* nè *decomposizione*. Il qual fatto lo chiamerei *tramutazione* che ha luogo quando un corpo composto cambia per modificazioni intestine il suo stato primiero senza decomporsi, e senza perdere sensibilmente alcuno de' suoi *componenti* ponderabili. Di questo modo sono dichiarati gli effetti dell'*azione chimica* la quale non è che la *forza d'affinità* di cui al § 1977 ed al 2007 ecc. a bastante si è detto. Replicherò che l'*azione chimica* non agisce giammai per *ripulsione*: essa non istacca due elementi dalla loro *combinazione* che mercè la maggiore affinità che per uno di essi abbia un terzo corpo, il quale s'offra al loro contatto. Gli è per sì fatta ragione che non pochi corpi per avventura rimangono considerati per *semplici*, perchè si conservano *indecomposti* finchè non si trovi un altro corpo il quale avendo con uno de' supposti componenti maggiore affinità, eserciti l'azione chimica di combinarsi col medesimo, disgiugnendolo dall'altro cui un affinità minore ritenevalo combinato.

2726. Corpi semplici si chiamano perciò quelli di cui non possiamo

---

(1) LIEBIG. Lettres ecc. (prime) PARIS 1847, pag. 22.

(2) Il ferro che s'irrugginisce; i colori che impallidiscono all'aria; la separazione dei metalli dai loro minerali; la fabbricazione degli innumerevoli oggetti prodotti dal commercio e dall'industria; la preparazione dei medicamenti; in una parola, tutte le novelle forme, tutti i fenomeni che si offrono ai nostri sensi quando ponghiamo a contatto corpi diversi, provengono, salvo un piccol *numero d'eccezioni*, o da una combinazione o da una scomposizione. LIEBIG. *Prime lettere*. Lettera III.

(3) SOBRERO, *Man. di Chim. appl. alle arti*. Vol. I, p. I, pag. 7. TORINO, Edizione Pomba, 1851.

scientificamente dimostrare la decomposizione. Gli alcali e le terre passavano nel 1807 per corpi semplici, finchè il DAVY giunse a scomporli. E chi può affermare se il BERZELIUS avesse torto attribuendo una natura composta all'*azoto* al *cloro*, al *bromo*, all'*iodio?* Perciò miglior partito è seguire il PIRIA (1), e chiamare i corpi semplici, corpi *indecomposti*. Se vi fosse modo di agguantare ed indi condensare, e fors'anco liquefare, o solidificare tanti gas nell'atto stesso in cui svolgonsi da quelle enormi fornaci naturali, chiamate vulcani (2), chi sa quanti corpi ora creduti elementari, non si troverebbero tali? Comunque realmente in natura esistano, quali sieno in natura i corpi riconosciuti per semplici s'investigherà poco stante, perciocchè sia mestieri notare in pari tempo le singolari denominazioni che il linguaggio chimico gli attribuisce, e le ragioni dell'ordine in cui vengono, per varii gruppi, distinti.

Art. III. Operazioni chimiche.

2727. Scienza ed arte è la chimica. Ho conosciuto valentissimi operatori che poco s'addentravano nella teorica, e sapienti professori che male riuscivano nella pratica delle chimiche operazioni. Quelli, uomini così detti del fornello, incapaci di far progredire d'un passo la scienza: gli altri, noti come dotti speculatori, nol poteano essi nè pure: conciossiacchè i risultati di operazioni mal condotte, mal rispondeano alle filosofiche induzioni. Vero chimico quegli perciò unicamente, cui non manca nè l'arte, nè la scienza. Il chimico rurale dovrà egli soddisfare ad egual condizione?

L'agronomo che da sè voglia conoscere la natura delle sue terre, de' suoi vegetali, de' suoi ingrassi, e farne sperimenti valevoli a più di nonnulla, non ha mestieri di sontuoso laboratorio con suppellettile d'innumerevoli vasi, ampolle, storte, lambicchi, con liquori, acidi, sali, metalli, ed altri materiali indispensabili a un vero Chimico. Similmente non gli occorrono tante specie di fornelli, lampade, cannelli, mantici, ecc. Egli dee starsi contento delle analisi, e combinazioni più ovvie, più semplici, e d'uso più frequente. Per le operazioni più rare e difficili, ricorra al chimico di professione. Perciò descrivo unicamente il materiale occorrevole all'agronomo e le operazioni cui può applicarsi, accennando solo l'altre più complicate della chimica generale.

[1] Laboratorio del chimico agronomo.

2728. Il laboratorio del chimico non è più la volta apira, tetra e fredda del metallurgico: nè l'officina dei *prodotti* chimici è sopraccarica di storte e di apparecchi per distillare. È una camera chiara, calda e gaia: invece di fornelli e di carbone, il chimico adopera lampade perfettamente costrutte che

(1) PIRIA. *Tratt. Elem. di Chimica inorganica.* IV Ediz., FIRENZE 1851, pag. 1.

(2) Questa idea non si tenga per affatto impratichevole. Durante l'eruzioni non sarebbe sempre impossibile imprigionare piccole porzioni di que' densi fumi, vapori e gas che prendono o seguono lo slancio di materiali incandescenti, senza avventurare il coraggioso ed infelice sacrificio di PLINIO.

gli procurano la fiamma di spirito di vino pura e senza odore: aggiugni una bilancia, ed avrai la nota compiuta de' semplici mezzi con cui il chimico eseguisce i più estesi lavori. Se questo basta ad un Chimico di professione (1), nol credo però sufficiente per un agronomo. Quindi s'io nominassi *pallone*, *storta*, *matraccio*, ecc. potrebbe incorrere facilmente in qualche equivoco: perciò giova un cenno descrittivo de' varii oggetti cui può aver ricorso, o sui quali può cadere il favellare, omettendo di rimemorare il *termometro*, l'*areometro* ecc. di cui al CAPITOLO VII.

Albarello è un vaso di terra o di vetro, a larga apertura, della forma di quelli usati nelle botteghe; da chiudere mediante turacciolo di sovero, o pelle di pergamena, o anche con coperchio di cartone o latta ecc. (V. fig. **719**).

Allunga: specie di cono tronco rigonfio nella sua metà, destinato a tener lontani dal fuoco i recipienti, e in pari tempo far percorrere spazi maggiori ai vapori onde condensarne anche nel loro passaggio ecc. (V. fig. **725**).

Bagno idropneumatico: semplice cassa rettangolare di legno rivestita internamente di piombo, che si riempie d'acqua e talora di mercurio per travasare i gas. Si usano anche catini, o bacini qualunque (V. fig. **726**).

Campane: tubi o cilindri vuoti di vetro chiusi da una parte (V. fig.**719**).

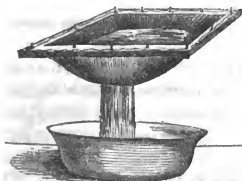
Crogiuolo: vaso conico, qualche volta di forma triangolare (fig. **713** e **714**): di vetro pe' corpi più fusibili, e di ferro, di terra refrattaria, di porcel-

Fig. 713.

Fig. 714.

lana o di platino o d'argento pe' corpi ch'esigono per la fusione più elevate temperature.

Filtro: si può usare un pannolano fisso su telaio di legno mercè punte metalliche (fig. **715**): spesso basta il filtro di carta sovra imbuto di vetro

Fig. 715.

(1) Non certo al LIEBIG che l'ha descritto nelle *Lett. cit.* Lettera VII.

(fig. **716**). Si forma un cono di carta (fig. **717**) che si adatti esattamente all'imbuto, e meglio si compone a pieghe come indica la fig. **718**.

Fig. 716. Fig. 717. Fig. 718.

Lampada a spirito. Nella fig. **719** si ha in *a* una *campanella* scaldata mercè *lampada a spirito*: mentre *c* è un altra campanella immersa nell'acqua di un bacino. Giovano ancora lampade più semplici, come quella della figura **720**.

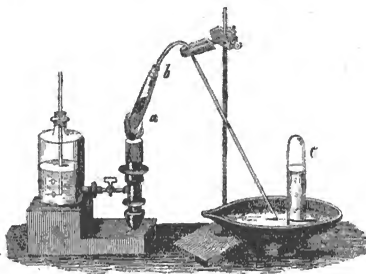



Fig. 719.

Fig. 720.

Matraccio è boccia di vetro a lungo collo: oltre i matracci ed altre bocce di vetro, come *palloni*, *storte* ecc. è spesso mestieri di tubi o cannelli di vetro, alcuni lunghi e dritti, altri piegati a squadra, ovvero in foggia di U, o composti nel mezzo a globetti come a suo luogo sarà specificato.

Mortaio: suol usarsi di porcellana verniciata, o di vetro, ovvero di metallo della forma dimostrata dalla fig. **721**: dee corredarsi del suo pestello di egual materia del mortaio.

Pallone è pure un vaso di vetro rotondo con uno o più colli (fig. **722**).

Fig. 721.

Fig. 722.

Provino è una campanella di vetro, cilindrica, col suo piede, e spesse volte può servire in sua vece un bicchiere da vino spumante (V. fig. **736**).

Recipienti o **cilindri** di lamiera di ferro, o di ghisa per carbonizzare ossa od altre materie organiche, come sarà descritto più innanzi.

Sifone, è un tubo arcuato di vetro qual è quello della fig. **723** che serve a travasare il liquido dal bicchiere più alto nell'inferiore. Qualche volta è munito di piccolo tubetto nel braccio più lungo, per aspirare il liquido dell'estremità del braccio più corto che vi è immersa, mentre si tiene con un dito chiuso l'orificio dell'altra estremità (V. fig. **724**).

Fig. 723.

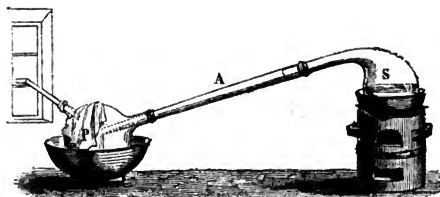
Fig. 724.

Storta: senz'altre parole deducesi nella fig. **725** da S che sia una *storta*, da P un *pallone*, da A un *allunga;* n'occorrono di vetro e di terra.

Vetro, sughero, gomma elastica, e **platino** sono poi specialmente dal LIEBIG raccomandati (1). Il *vetro*, perchè trasparente, duro, scolorito, resistente all'azione degli acidi e della maggior parte de' liquidi, a certe temperature più flessibile della cera, nelle mani del chimico, coll'aiuto della fiamma di lampada ad olio, si presta a tutte le forme necessarie pei suoi apparecchi. Lo

(1) LIEBIG. *Lett. cit.* Lettera VI.

sughero è similmente prezioso perchè impenetrabile dai liquidi, e da non pochi

Fig. 725.

aeriformi, in causa di certa materia molle ch'esso contiene (la *suberina*) la quale tiene il mezzo fra la cera, il sego e la resina. La *gomma elastica* concorre similmente per guarentire le giunture, e comunicazioni tra tubi e bocce, ecc. Il *platino* infine, essendo infusibile alla temperatura de' migliori fornelli, serve egregiamente alle analisi dei minerali.

2729. Fornelli. Oltre la lampada, non sarà da ommettere qualche fornelletto, e tra i più comodi è quello mostrato dalla figura **726** nella quale veggiamo

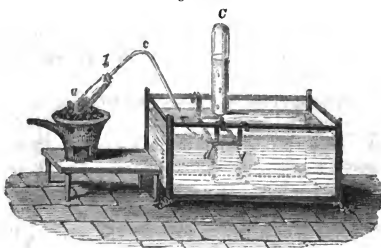
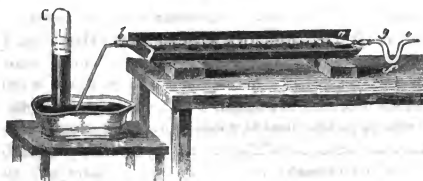
Fig. 726.

il *bagno idropneumatico*, in cui mercè la campanella C si raccoglie l'aria o gas che svolto per l'azione del calore dal tubo *b* passa, mercè il tubetto ricurvo *c*, nell'acqua. La fig. **727** ne mostra un altro fornello di lamina di ferro col

Fig. 727.

preliminari, dopo esservi forniti del materiale necessario, opererete al pari di me (1).

2731. **Laboratorio agricolo compiuto.** Se un possidente facoltoso ed illuminato volesse conoscere compiutamente la composizione chimica delle sue terre, dei concimi, e delle piante potrebbe imitare Brunet Lawes che nel mezzo del suo podere a Rothamsted nell'Herefordshire ha costruito un laboratorio chimico-agrario per far qualunque analisi.

Una parte del laboratorio, dedicata alle collezioni ed alle analisi più delicate, contiene già 3000 campioni di ceneri di piante e deiezioni d'ogni specie. L'altra parte è destinata a preparare i materiali onde si possono fare analisi su masse considerevoli quanto può richiedersi perchè abbiano un vero valore pratico. Una caldaia riscaldata al di fuori, per non avere nel locale polvere di combustibile o di cenere, somministra il vapore per evaporare orine ed altri liquidi su grandi capsule piatte d'un metro di diametro. Una stufa di ferro, scaldata pure col vapore, serve all'essiccazione delle materie, ed i vapori che n'emanano, mediante un tubo s'eliminano per la canna del camino. Un fornello con quattro *muffole* lunghe 50 centimetri e larghe 25, serve per le incinerazioni. Infine hannovi bagni d'arena e tanti altri apparecchi che ho voluto citare, non perchè l'agronomo in qualunque condizione si trovi abbiali da provvedere, ma perchè l'esempio conferma l'avvertenza del Malaguti, che un piccolo laboratorio chimico potrebbe riuscirgli utilissimo (2). Quante volte eviterebbe di comperare ingrassi adulterati, o di pagarli più del loro valore reale, o non si ridurrebbe a coltivar piante poco favorite dalla natura del terreno, o potrebbe questa ammendare con poca spesa ecc.?

[2] L'agronomo, chimico operatore.

2732. Le operazioni chimiche a termini del § 1728, si riducono a *separare* o *riunire*, a *disgiugnere* o *accozzare*. Hannovi però procedimenti che nello stesso tempo che disciolgono alcuni corpi, ne formano altri. Perciò vuolsi distinguerne lo studio in quattro parti.

1. Procedimenti di separazione.

2733. La **divisione meccanica** è necessaria per l'analisi de' terreni od altre materie solide; e si opera *triturando*, *macinando*, *rastiando*, *limando*, *porfirizzando* ecc.

2734. La **levigazione** succede alla riduzione in polvere delle materie *eterogenee* (§ 1978) affine di scegliere ossia separare le diverse sostanze tra

(1) Malaguti, *Lez. cit.*, Lez. VII.

(2) ..... *non vi sarebbe nulla di ridicolo nè d'irragionevole nel consacrare un angolo della casa ad alcuni recipienti, ad una piccola bilancia, a qualche caraffa, ad un fornello, ad alcuni strumenti, il cui impiego potrebbe arrecar tanto profitto quanto quello d'uno strumento aratorio perfezionato. Non si tentenna nell'aumentare il materiale d'uno stabilimento campestre comprando macchine o da trebbiare o da tagliar radici a prezzi talora gravosi: perchè si dovrà esitare a dotarlo di un piccolo laboratorio, il cui costo ascenderebbe a qualche decina di lire?* Malaguti, *Lez. cit.*, Lez. vii.

loro, mercè il diverso singolar peso di esse. Sia poi qualunque il miscuglio in polvere, si versa in vaso di larga apertura con abbondante acqua e si agita rapidamente con cucchiaio o bastoncino di vetro, affinchè le molecole tutte si diffondano per l'acqua e vi rimangan sospese. Poscia il liquido si lascia in riposo; e le particelle a poco a poco si depongono al fondo del vaso, prima le più pesanti, indi a mano a mano le più leggere. Però appena deposte quelle prime, ponendo cura che al fondo rimangano, si versa il liquido ancor carico delle meno pesanti in altro vaso. Aggiugnesi acqua in quel primo; si agita nuovamente, e ripetesi l'operazione finchè s'hanno realmente in fondo le materie più pesanti: l'altre più leggere sono fornite dal liquido in riposo, che ne fu separato.

2735. La **decantazione**, è la separazione appunto dei solidi dai liquidi quando quelli sono calati al fondo. Perchè riesca regolare il versamento, si applichi nel modo indicato dalla fig. 729 il tubetto di vetro nel vaso in cui vuolsi vuotare il liquido: ovvero si adoperino vas muniti di fori corredati di acconce *chiavette*, poco sopra all'altezza del sedimento, per far sortire il liquido sovraincombente al medesimo: o infine si ricorra al *sifone* (§ 2728 fig. 725). Quando tuttavia ci varremo della *levigazione* e *decantazione* per conoscere la sabbia e l'argilla di un terreno, nel fondo rimarrà sabbia non però scevra affatto d'argilla, come pure nel liquido che si decanta vi sarà argilla, ma non affatto priva di sabbia: lo che ne mostra l'insufficienza dell'analisi meccanica per la cognizione delle terre.

Fig. 729.

2736. La **feltrazione** è mezzo per separare le materie solide dal liquido, quando non precipitano al fondo. Un corpo poroso qualunque serve all'uopo, purchè penetrabile dall'acqua e non dalle particelle solide in essa sospese. Nel § 2728 (fig. 715, 716, 717) sono già notate diverse foggie di filtri.

2737. La **soluzione** è diversa (come s' avvertì § 2007) dalla *dissoluzione* (1), la quale si riferisce alla seconda classe di operazioni come la *infuzione*, *macerazione* ecc. Però essa vi si può pareggiare ne' casi più sotto avvertiti (§ 2745). Serve poi la *soluzione* ad intenti utilissimi. Ad esempio avendo *alcool* ed *etere solforico* sciolto l'uno nell'altro, coll'aggiugnervi acqua, l'*alcool* vien sciolto nella medesima, e separasi l'*etere* che in forma di strato insolubile viene a galleggiare sul liquido.

2738. La **distillazione** serve a raccogliere nello stato di liquidità i gas

---

(1) La dissoluzione è così diversa dalla soluzione, che gli antichi riguardavano la dissoluzione di un metallo come la sua distruzione. Il VAN-HELMONT fu forse il primo ad affermare « *Benchè l'argento sia costretto dall'acqua forte a prendere la forma dell'acqua, tuttavia non è punto alterato nella sua essenza: della stessa guisa il sale di cucina disciolto nell'acqua vi rimane quello che è*, ed integralmente ritrovasi *nel dissolvente*. Gli odierni chimici sono assai meno investigatori degli antichi. Ad esempio il BOYLE ricercando *the mechanical causes of precipitation*, e considerando perchè l'acqua forte discioglie l'argento e non l'oro, rispondeva che le punte dell'acido non penetravano i pori dell'oro, sì bene quelli dell'argento. Spiegazione insufficiente, ma oggi unicamente si dice: L'argento è solubile nell'acido nitrico, l'oro non lo è: del perchè, niuno.

e vapori svolti col mezzo della vaporazione (1). Ponete acqua nella *storta* rappresentata dalla fig. **730**, per un terzo della sua capacità. Il di lei collo s'introduca in quello del *matraccio* il cui ventre sia mantenuto freddo dallo spillo d'acqua ghiacciata che da sopra vi cade. Scaldando l'acqua nella *storta*, essa si converte in vapore che passa nel *matraccio* dove trovandosi a temperatura assai bassa si riconverte in acqua. Invece d'acqua ponete nella *storta* graspi d'uva fermentata ossia vinacce; col calore si svilupperà una sostanza aeriforme, la quale giunta nel *matraccio* col freddo si liquidifica, ed è lo *spirito di vino*. Qualunque sia l'apparecchio distillatore si riduce sempre a due funzioni principali; l'una di *vaporare*, e l'altra di *condensare* i vapori sviluppati colla *vaporazione*.

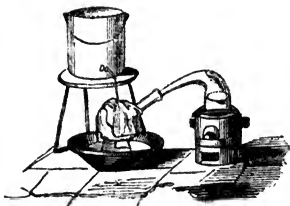
Fig. 730.

2739. La **sublimazione** si eseguisce facendo col fuoco volatilizzare una sostanza solida perchè si condensi di poi, e s'appiccichi alla parte superiore del vaso in cui si sublima. Collocando nel matracciuolo della figura **731** un pezzetto di canfora, scaldandolo mediante la sottoposta lampada a spirito finchè prenda lo stato gasoso, essa si raccoglie come crosta solida aderente alle pareti fredde del collo del matracciuolo. Avendo corpi composti di sostanze fisse ed altre volatili e capaci di sublimazione, si ottiene con questo mezzo di separarle, e così purificasi il sale ammoniaco, lo solfo ecc. La Natura n' offre esempio stupendissimo nell'eruzioni de' vulcani alla cui bocca si sublimano lo solfo, l'allume, il sale marino, il ferro speculare ecc.

Fig. 731.

2. Procedimenti di eliminazione.

2740. Abbruciamento. Da sperienze ed analisi fatte nel laboratorio agricolo di BEUNET LAWES nell'HEREFORDSHIRE (§ 2731) si rilevò:

1° I sali di *soda* e di *potassa* non avere alcuna efficacia.

---

(1) ARISTOTILE nel *Meteorologium*, Lib. II, cap. 2, pare che accenni alla *distillazione: L'acqua di mare*, dic'egli, *rendesi potabile colla vaporazione*: il vino e tutti gli altri liquidi *possono sottoporsi ad eguale procedimento: dopo averli ridotti in vapore rifunnosi liquidi*. Ma è più rimarchevole il seguente passo di PLINIO: *E pice fit* (oleum) *quod pissinum appellant, cum coquitur velleribus supra halitum ejus expansis atque ita expressis, probatum maxime e Brutia*. Hist. Mun. Lib. XV, cap. VII. Una pentola è la storta, una copertura di lana il pallone recipiente in cui si condensa l'olio così preparato colla resina di cedro o di pino. Il PORTA in un Capitolo sul *mezzo di estrarre l'acqua dall'aria* spiega lucidamente la formazione dei vapori sulle pareti di vasi d'acqua fresca in appartamenti caldi; e prima afferma di aver fatto colla distillazione con 3 libbre d'acqua di mare 2 libbre d'acqua dolce. *Jo. Bapt. Portæ Neapolit. Magiae naturalis, Libri XX. Neapoli* 1589. *Chaos*. L. XX.

2° Le ceneri perdere di molto in confronto al concime.

3° Le sostanze minerali giovare solo quando miste alle *azotate*.

4° La polvere d'ossa trattata coll'*acido solforico*, utile in ispecie alle rape.

Una massa di concio di stalla, del peso di **84000** libbre (chilogr. **30880**) divisa in due parti, l'una fu ridotta in cenere. Somministrate le due parti a due eguali superficie di terreno d'egual natura, seminate a grano si ottenne

Terreno col concime naturale = frumento	22	paglia	1476
» col concime in cenere = »	16	«	1104

Sei *bushels* di meno sopra **22** rappresentano una differenza in perdita del **27** per **100**: e libbre **372** di paglia su libb. **1476** dimostrano lo scapito del **25** per **100**.

Da queste sperienze si arguirebbe direttamente che l'*abbruciamento* è per eccellenza il processo di *eliminazione*. Non è ora opportuno indagare la questione dell'*adebbiamento*; intanto l'agronomo tenga per fermo che *abbruciare* è *perdere*. Quindi l'*adebbiamento* delle terre è utile per distruggere l'eccessiva loro coesione, per modificarne le proprietà fisiche: l'abbruciar cotiche di prato, o zolle erbose è regalare all'atmosfera gli utili principii organici che con altri mezzi si possono usufruttare.

2741. La **calcinazione** è pur mezzo di eliminazione, perciocchè si faccia d'ordinario in vasi o forni aperti. Si calcina la pietra da calce e il marmo, cioè si arroventa a rosso bianco (§ **2425**) per ottenere la calce; vale a dire si scaccia, se ne elimina l'*acido carbonico*, lo che si eseguisce pure calcinando il *carbonato di magnesia*, per ricavare la *magnesia*. La calcinazione annerisce, e fa incarbonire le sostanze organiche, cioè produce sempre disperdimento dei migliori principii.

2742. La **vaporazione**, è pure altra operazione che si ottiene spesso col fuoco (§ **2139**, **2427** e **2428**) per discacciare liquidi, costringendoli ad assumere lo stato gasoso. Facendo bollire acqua in una caldaia, a poco a poco dibassa il suo livello finchè l'acqua del tutto scompare (1). A suo luogo dirò gli utili usi della vaporazione per conservare frutti, grani, radici ecc. Ora comple conoscere i modi pe' quali si ponno soggettare le varie sostanze alla vaporazione, senza esporle al *fuoco nudo*, ossia all'azione diretta del combustibile. Al che servono:

Il *bagno d'arena* o *bagno secco;* e s'eseguisce riponendo il vaso della materia da vaporare entro coppa ripiena di fina sabbia, la quale, scaldata dal combustibile, diffonde in quella per tutti i punti di contatto un calore uniforme.

Il *bagno maria*, quasi diremo stufa umida per istillare, che gli antichi chiamavano scaldare in vaso doppio; riponesi un vaso vaporatore entro un bacino d'acqua che poi si scalda col fuoco diretto, il tutto come di qualche guisa

(1) La *vaporazione* è uno dei mezzi che ha più di tutti giovato alla cognizione della composizione delle piante. Lo HALES riscaldando legno di quercia, maïs, tabacco, piselli, olii, miele, zucchero, otteneva gaz con un apparecchio più acconcio di quello del BOYLE e del MAYER, e di cui più tardi si valsero il BLACK, il PRIESTLEY e il LAVOISIER, e senza del quale sarebbero fors'anco ignoti l'*acido carbonico*, l'*ossigeno*, l'*idrogeno* ed altri gas importantissimi. Le sperienze dell'HALES datano dal 1724, e sono pubblicate nella *Vegetable Staticks or an account of some statical experiments on the sap, being an essay*, ecc. LONDON 1727.

dimostra la fig. 732. Con questo mezzo si ottiene una temperatura costante, ed è quello preferito dal MALAGUTI per diseccare la terra che voglia analizzarsi (1).

Fig. 732.

2743. La **bollizione** è pur mezzo d'eliminazione per la vaporazione che produce (§ 2429) e serve, come s'è detto, alla *infusione*, *decozione* ecc. (§ 2007). Quasi analogo alla bollizione è il fenomeno della *effervescenza*; la quale ha luogo quando un corpo gasoso è insolubile in un dato liquido, e quindi se ne sprigiona sotto forma di bollicelle o gallozzole che traversano il liquido, e salite alla sua superficie si rompono e dileguano.

3. Procedimenti di trasformazione.

2744. Quantunque anche nelle operazioni *sintetiche* o di composizione, avvenga la contemporanea disgregazione di alcuni composti, le seguenti tuttavolta la richieggono più specialmente, e non si ottiene l'intento di comporre senza contemporaneamente disgregare, onde gli effetti sono piuttosto di trasformazioni che di veri nuovi composti.

2745. La **dissoluzione** ad esempio è da distinguere dalla *soluzione* (§ 2737), la quale divide, ma non altera il corpo *solubile* nè il suo *sciogliente*, mentre quella li confonde insieme più intimamente fino ad alterarne qualche volta la natura. Importa assaissimo lo avvertire alla *dissoluzione* per la quale un gas s'incorpora in un liquido. Si troverà nella SEZIONE II di qual rilevanza possa riuscire per l'agricoltura il raccogliere gas ammoniacali, ed altri eziandio, imprigionandoli entro liquidi in cui perdano, almeno temporariamente, la loro *gasosità*. Questo genere di *dissoluzione* deve per mia stima formar base ad un sistema efficace ed agevole di concimazione, non ancora proposto da alcuno e che stabilisce uno de' più utili insegnamenti della nuova SCIENZA AGROLOGICA.

2746. **Macerazione, digestione, infusione e decozione** producono sempre qualche cambiamento nel corpo solido, o nel liquido, che si adoperano. La *macerazione* è più che una soluzione prolungata. Il dimostra quella che si fa subire alla canapa: parlando della quale si rileverà che la macerazione disviluppa un grado di fermentazione, con aumento di calore sulla temperatura ordinaria; onde il suo effetto è chimico e non solamente meccanico, come

---

(1) MALAGUTI, *Lez. cit.*, LEZ. IV, pag. 41.

quello della semplice *soluzione*. La *digestione* è una *macerazione* aiutata da un accrescimento artificiale di temperatura. La *infusione* si ottiene adoperando il liquido solvente nello stato di bollizione, gettandovi entro la sostanza solida e ritirandolo subito dal fuoco. Con mezzo analogo si opera da alcuni per la *incalcinatura* del frumento, quando, posta la pentola d'acqua di calce sul fuoco, v'immergono entro a riprese cesti ripieni di grano, estraendoli immediatamente perchè non perda la facoltà germinativa. Se invece, come si usa per fare il *tè*, si versi l'acqua bollente sulla sostanza solida, si eseguisce un' *affusione*. Quando poi si mantenga bollente il liquido per alcun tempo nel caso della *infusione*, allora si opera una *decozione* (V. § 2007 e 2525 in nota).

2747. **Lisciviazione**; consiste nel fare attraversare dal liquido *sciogliente* uno strato più o meno alto di materia solida, ad intendimento di sottrarne qualche elemento *solubile*. Se dall'acqua fate traversare uno strato di ghiaia, non avrete *lisciviazione*, perchè seco trascina l'arena a quella ghiaia commista, ma la trae seco in *soluzione*, e non in *dissoluzione*. Questo invece avverrà nella tinozza della lavandaia, ove a modo di *affusione* si versa sulla cenere acqua bollente, che traversandola n'estrae la *potassa*, e serve poi a togliere il sucidume ossia a imbucatare i pannilini.

4. Procedimenti di combinazione.

2748. **Combinazione chimica** equivale a composizione (§ 2725). Ecco alcune delle operazioni che conducono ad ottenere corpi diversi da quelli su cui si opera.

2749. La **fusione**, ossia lo struggersi delle sostanze materiali in vigore di più o men alta temperatura (§ 2157 e 2426) dà luogo spesso a composti speciali come sarà detto a suo luogo. Serve nondimeno più particolarmente alla separazione di materie incorporate fra loro. Niun corpo dopo le sperienze in ispecie del DESPRETZ, può più dirsi apiro, ossia refrattario, o infusibile: però lo sono in gradi ch'esigono diversità rilevantissime di temperatura. Quindi ad esempio, dubitando che un pezzo di cera sia adulterato con aggiunta di terra o farina di grano turco, si scalda entro bacinello di porcellana, finchè siasi fusa. Di poi inclinando con precauzione la bacinella sovra altro recipiente, si *decanta* (2735) la cera fusa, e s'isola la sostanza eterogenea che v'era frammista (1).

2750. La **cristallizzazione** è pure operazione di combinazione (2). Oltrecchè s'ottengono cristalli parecchie flate colla *sublimazione*, come si rileverà in luogo opportuno, egli è colla cristallizzazione che ricavasi lo zucchero dalla canna, dalla barbietola, dalla fecola (3) ecc.

---

(1) SOBRERO, *Man. cit.* V. I, p. I, pag. 30.

(2) Il fenomeno della cristallizzazione attirando tutta l'attenzione del CESALPINO, lo induce a questa conghiettura, che ho pur espressa io medesimo nel § 2080, che un carattere distintivo del regno minerale dall'organico sia l'attitudine propria esclusivamente de' minerali ad assumere le forme geometriche regolari che presentano nella cristallizzazione. V. *De metallicis. libri tres.* A. CESALPINO *Aretino, medico et philosopho auctore.* NORIMBERGAE 1602, in 4°.

(3) L'estrazione dello zucchero dalla fecola del riso è così antica, che rinviensi nella ENCICLOPEDIA GIAPPONESE; fatto sfuggito al REMUSAT, e rilevato da EDMOND BIOT.

2751. La **precipitazione** si eseguisce di più modi. Per naturale posatura, può una materia solida precipitarsi in sedimento entro un liquido. Altra volta, quella essendo più leggera di questo, raccogliesi e galleggia nella parte superiore del medesimo. Così aggiugnendo spirito di vino ad una soluzione di gomma nell'acqua, la gomma separasi in bianchi flocchi.

2752. I **processi di combinazione** generalmente si confondono con quelli d'analisi; cioè a dire, molte volte per riconoscere se in un corpo esiste un dato elemento semplice, ovvero per ricavarnelo, gli si offre altro corpo semplice col quale si riunisce, abbandonando quello con cui dianzi era combinato. Colla stessa forza d'*affinità*, il chimico distrugge l'*affinità* d'un corpo per un altro. Perciò nelle *analisi*, di necessità, per isolare un corpo se ne combina un altro. Aggiungasi *potassa al vitriolo verde* (*solfato di protossido di ferro*), l'*acido solforico* abbandona l'*ossido di ferro* e si combina colla *potassa*. Ecco i due effetti ottenuti: l'*analisi* nell'isolamento dell'*ossido di ferro*: la *sintesi* nel nuovo composto, il *solfato di potassa*.

2753. Colla calcinazione (s'è detto al § 2741), dalla polvere di marmo s'isola la *calce caustica*, perchè si è eliminato l'*acido carbonico*. Se questa calce caustica sciolgasi nell'acqua, e vi si faccia pervenire una corrente d'*acido carbonico*, l'acqua s'intorbida e poco stante lascia cadere un *precipitato* abbondante di *carbonato di calce*, ossia di quella primitiva polvere di marmo. La prima operazione era un'*analisi* (§ 2719), la seconda una *sintesi* (§ 2722): ma in questo caso la *sintesi* è realmente sola, senz'analisi per così dire, perchè si è ottenuto il composto senza contemporaneo isolamento d'altro corpo, ove facciasi astrazione dall'acqua che in realtà erasi aggiunta. Ma in generale è d'uopo ritenere che anche ne' casi più semplici in apparenza, accade una qualche combinazione. Col mercurio e lo solfo si compone il *cinabro*: se questo si riscaldi con ferro si ricava di nuovo del mercurio, perchè il ferro s'è appropriato lo solfo. Calcinando con carbone la ruggine di ferro, si rigenera del ferro metallico; perchè il carbone si è combinato con un elemento dell'aria di cui erasi impadronito il ferro nello arrugginire (1).

2754. Per avventura questi particolari saranno riusciti noievoli anzi che nò; ma senza di essi il leggitore a malo stento mi avrebbe da quind'innanzi compreso. Quanto più si procede, tanto più frequente ricorre l'applicazione di principii che taluno potrebbe riguardare, pel momento, fuori della sfera delle rurali investigazioni (2), ma dovrà riconoscere per fondamenti essenziali della SCIENZA AGROLOGICA.

---

(1) LIEBIG. *Lettere cit.* 3.a LETTERA.

(2) Opina il MALAGUTI che un'analisi elementare del terreno sia affatto inutile all'agricoltore (Lez. VIII, prime linee). Allora sarebbe quasi inutile eziandio quella delle piante non che molt'altre nozioni di Chimica agraria, per non dir tutte. Egli mi pare che troppo apprezzi la semplice analisi meccanica, mentre egli stesso nella Lez. IV raccomanda di non farsi illusione sulla partizione dell'argilla e della sabbia ottenuta mediante la *levigazione*: ed oltracciò nella Lez. VIII fa rimarcare che il calcare secondo il suo stato di divisione può tal volta passare per *decantazione* coll'argilla, tal'altra colla sabbia: d'altronde, soggiunge egli, coll'analisi meccanica è impossibile riconoscere la quantità d'elemento calcare d'un suolo. A qual fine poi, se non principalmente a quello dell'analisi delle terre, gioverebbe il laboratorio agricolo da lui raccomandato colle parole che riportai nella nota 1 del § 2731 ?

[3] Materiali occorrevoli.

2755. Dell'**analisi materiale**, ossia **manipolazione**, non ho fatto motto, perchè in questo CAPITOLO è solo da discorrer di CHIMICA AGRARIA stando sulle generali. Però non tralascio di notare i diversi corpi, e *reagenti*, come li chiamano, indispensabili per le diverse operazioni medesime; affinchè volendo l'agronomo occuparsi di àlcuna ànalisi (pel modo facile e spedito che consiglierò trattando delle terre, o delle piante, o de' concimi), come ho fatto pegli apparecchi, così egualmente disponga i materiali occorrevoli, almeno per la maggior parte, onde gliene fornisco in questo luogo l'indicazione.

2756. **Materiali e reagenti chimici.** Quasi tutti i più necessarii rinvengonsi in commercio: ma molte volte le sperienze chimiche non riescono, perchè rado trovansi puri. Il piccolo laboratorio chimico dell'agronomo richiede pochi materiali, tra' quali alcuni son compresi in ogni discreta collezione mineralogica: voglio dire quello suppone l'esistenza di questa, perchè contengono metalli e terre (CAP. XII) che servono ad amendue gli studi di chimica e di mineralogia. Per gli sperimenti che indicherò all'agronomo da eseguire, bastano i materiali seguenti:

Acidi: il *solforico:* il *nitrico*: l'*idroclorico*: il *tartrico.*

Alcali: la *potassa:* la *soda:* l'*ammoniaca.*

Reagenti: *tintura di tornasole: tintura di curcuma: alcool: dissoluzioni di nitrato d'argento, d'acido ossalico* ecc.

Sali ecc.: *carbonati d'ammoniaca, di potassa* ecc.: *nitrati d'ammoniaca, di potassa: solfati di ferro, di potassa, di magnesia.*

Solfuri *di ferro, d'ammoniaca* ecc.

Terre: silice, allumina, magnesia, barite, calce, argilla.

Metalli: *ferro* in fili, e limatura: *rame* di torniaio: *zinco* granoso: *piombo* in fogli: *argento, oro* e *platino*, poche foglie, e brani di filo: *mercurio*: *potassio*: *fosforo*:

Articoli diversi: *acqua distillata: etere solforico: olio di terebentina: gesso: luto*; *membrane di vescica: carta da filtro.*

Tutti oggetti che si adoperano in piccole quantità, trovansi in commercio e con lievissimo dispendio: e se l'agronomo seguirà il consiglio di fare le poche analisi che nel corso di questi studi gli verrò indicando, ne trarrà vantaggiosi lumi ed insieme dilettamento.

Art. IV. Linguaggio chimico.

2757. La **nomenclatura chimica** sarebbe uno de' più bei pregi di questa Scienza. Ma come intendere che significhi il nome di *acido*, quando hannovi acidi che non hanno il sapore acido, che non arrossano la tinta di girasole, che non neutralizzano gli *alcali*? ve n'ha che contengono *ossigeno* senz'*idrogeno*, ed altri contenenti *idrogeno* e non *ossigeno*. Del pari la parola *sale* non si sa omai più cosa sia! a tal segno che il sale marino, il sale dei sali

che ha dato il nome a tutti gli altri, ha finito per rimanere escluso dalla classe dei sali. Forse un giorno non vi saranno più nè *acidi* nè *sali* (1). Ma intanto è mestieri ch'io spieghi alla meglio al lettore il significato dei vocaboli chimici come sono comunemente accettati ed usati anche nelle diverse Opere di CHIMICA AGRARIA, e che distinguerò come segue:

[1] Nomi generici.
[2] Nomi de' corpi semplici.
[3] Nomi de' composti binarii.
[4] Nomi de' sali.
[5] Nomi degli idrati ecc.
[6] Equivalenti.
[7] Notazioni chimiche. — Simboli.
[8] » — Formole.
[9] » — Proporzioni.

2758. Replico l'avvertimento che non è questo un Capitolo di CHIMICA GENERALE, ma solo di CHIMICA AGRARIA. Perciò limito le dichiarazioni ai soli vocaboli che all'agronomo deono riuscire intendevoli.

[1] Nomi generici.

2759. **Composto**, o **semplice**, chiamasi un corpo qualunque nel significato espresso al § 2726. Ma per giunta,

2760. **Composto binario**, è quello risultante dalla combinazione di *due* corpi *semplici*;
« **ternario** ove n'entrano *tre*:
« **quaternario** ove compongasi di *quattro*.

2761. Il **corpo semplice** ha la sua dose d'elettrico (2) come un corpo qualunque (§ 2487). I corpi d'egual natura hanno eguali proporzioni d'elettrico e hannole differenti quando di natura diversa. Ora non si combinano i corpi tra loro se non sono eterogenei: val quanto dire se non posseggono differenti proporzioni d'elettrico. Ponendo adunque due corpi eterogenei a contatto, vi sarà sbilancio d'elettrico, il quale si recherà da quello in cui abbonda all'altro che n'ha minor dose. Ipotesi questa del tutto mia e che meglio potrò spiegare sponendo il *mio concetto* più sotto. N'avverto l'agronomo perchè l'accolga col riserbo che stima. Intanto supponga che A possegga dell'elettrico = 12, e B dell'elettrico = 10. Seguirà durante il loro intimo contatto un efflusso d'elettrico = 2 da A verso B, o almeno = 1 per l'equilibrio.

2762. **Acido** chiamasi il corpo composto di due o più semplici, che risulta *elettro-negativo* nella sua combinazione con altro, il quale invece rilevasi *elettro-*

(1) LIEBIG. 37 Lettere. PARIS, pag. 319.
(2) . . . . . . *tous les corps de notre planète contiennent une substance à laquelle on peut donner le nom de matière électrique.* BERZELIUS. Traité de Chimie. BRUXELLES 1838. Tome 1, pag. 36.

positivo. Il supposto corpo A dee mostrarsi negativo, e l'altro B positivo. Infatti succede quell'efflusso d'elettrico =2; ma il corpo B dovendo per natura sua possederne solo **10**, riverserà quel **2** nell'ambiente atmosferico, mentre il corpo A costretto di versar **2** verso B, reclamerà dallo stesso ambiente quel 2 che compie il suo elettrico =**12**. Il corpo A sarà dunque un *acido*. Generalmente parlando, molti acidi sono solubili e posseggono un sapore acido analogo a quello dell'aceto e del limone (1). Avendo una carta dipinta con tintura di tornasole, l'acido cambia quel colore turchiniccio in rosso, ed è questo il mezzo più comune per chiarire se un liquido o miscuglio, o anche gas, sia acido. Al postutto *acido* è un aggiunto che si dà a un corpo dotato delle accennate proprietà. Tra i più notevoli per l'agricoltore sono l'*acetico*, il *carbonico*, il *cianico*, il *citrico*, il *clorico*, il *fluorico*, il *formico*, il *fosforico*, il *fungico*, il *gallico*, l'*iodico*, l'*ircico*, il *lattico*, il *lichenico*, il *malico*, il *mucico*, il *nitrico*, l'*oleico*, il *pettico*, il *ricinico*, il *rosacico*, il *silicico*, il *solforico*, lo *stearico*, il *succinico*, il *tannico*, il *tartrico*, l'*umico*.

2763. Ossacido è il corpo acido nel quale un componente è l'*ossigeno*.

2764. Idracido è il corpo acido nel quale un componente invece dell'*ossigeno*, è l'*idrogeno*. Si credea un tempo che il solo *ossigeno* godesse della proprietà di *acidificazione*: il BERTHOLLET, dimostrando doversi tenere per vero acido l'*idrogeno solforato*, quantunque composto unicamente d'*idrogeno* e di *solfo*, fece rilevare che l'*idrogeno* avea pure la stessa proprietà, poscia per nuovi studi scoperta anche in altri corpi (2). Nel che però fanno i chimici qualche confusione, avvegnachè negli *idracidi* non sia già l'*idrogeno* l'elemento *elettro-negativo*, com'è l'ossigeno negli *ossacidi* e veri acidi, ma conservi nella stessa guisa che nella composizione dell'acqua, la qualità *elettro-positiva* (3).

2765. Ossido è la *combinazione* d'un corpo semplice coll'*ossigeno*, senza che il composto acquisti, o manifesti le proprietà di *acido*. Perciò la *magnesia*, la *calce*, la *potassa*, la *soda*, sono anche detti *ossidi*.

2766. Base è il corpo pur composto di due o più *semplici*, che nella combinazione chimica risulta *elettro-positivo*; tale sarebbe il corpo B sopra notato e per la ivi dichiarata cagione.

Una corrente elettrica generata da una pila, decompone l'acqua; fattone lo sperimento a dovere, si trova che l'*ossigeno*, uno dei suoi componenti, si porta verso il polo + o positivo, mentre l'*idrogeno*, ch'è l'altro di lei componente, prende posto all'altro polo — cioè negativo. Per le ragioni dette al § 2487 ri-

---

(1) Avverta bene l'agronomo, che sperimentando il *sapore* della elettricità sviluppata da una punta elettrica, ossia il senso che eccita nella lingua, si trova ch'è acidulo per l'*elettricità positiva*, ed acre quasi alcalino per l'*elettricità negativa*.

(2) Oltre gli *ossacidi* e gl'*idracidi* si vorrebbe pure *attribuer à l'acide sulfureux un rôle précisément intermédiaire entre celui des autres oxacides, et celui des hydracides dans les combinaisons salines de ce métal*, cioè del rame, lo che dovrebbe poi forse estendersi ad altri metalli, ecc. *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*, 29 Juin 1853.

(3) A nuova conferma delle rettificazioni occorrevoli nella Chimica e di quanto ho detto, valgano queste parole: *On a pensé que l'hydrogène jouait, dans ces nouveaux acides, un rôle analogue à celui de l'oxygène dans les oxacides, et on leur a donné le nom d'hydracides. Mais il y a là une erreur grave: dans les oxacides l'oxygène est* l'élément électro-négatif, *tandis que dans les hydracides l'hydrogène est constamment* l'élément électro-positif. REGNAULT, Cours élém. de Chimie, PARIS. Deux. Edit. 1. Partie, pag. 73.

sulta dover essere l'ossigeno *elettro-negativo*, e per converso l'idrogeno *elettro-positivo*. Dunque l'*ossigeno* farebbe, rispetto al corpo acqua, le veci dell'acido A: l'*idrogeno* quelle della base B, s'essi fossero non *semplici*, ma *composti* di due corpi *semplici*.

2767. **Sale** chiamano il corpo composto risultante dalla combinazione di un *acido* con una *base*. Ad esempio si ha un corpo detto *acido solforico* che è un *composto* de' due *semplici*, l'*ossigeno* e lo *solfo*: se ne ha un altro chiamato *potassa*, *composto* de' due *semplici*, *ossigeno* e *potassio*. Amendue *combinandosi* tra loro formano un corpo chiamato *solfato* di *potassa*: questo è il *sale*, dove l'*acido solforico* è l'*acido*, la *potassa* è la *base*.

2768. **Alcali** è una *base* (§ 2766) qualunque, che sia solubile, con sapore acre analogo a quello del liscivio di cenere: una carta dipinta con tintura di viole è dall'*alcali* colorata in verde, e se dipinta di giallo con tintura di curcuma, ne tramuta il colore in rosso bruno. Principalmente interessano per l'agronomo, la *potassa*, la *soda*, la *calce*, e l'*ammoniaca*, la *morfina*, la *chinina*, la *narcotina*, la *solanina* ecc. e non pochi altri detti anche *alcaloidi*, vegetali o animali, la cui proprietà caustica o alcalinità, non sanno ancora i chimici dichiarare onde provenga.

2769. **Radicale** è il corpo semplice che si combina coll'ossigeno, ovvero anche coll'idrogeno, per formare un *acido* sia *ossacido*, o *idracido*, ovvero un *ossido*, o anche una *base*. Il *radicale* generalmente ne' corpi composti minerali, è un corpo semplice: invece ne' corpi composti vegetali o animali, il *radicale organico* è il composto risultante da un aggregamento particolare di due o più corpi semplici, ma che nella generazione di un acido o di una base fa le funzioni di corpo semplice.

2770. **Equivalente** significa *numero proporzionale*, ed esprime in qual rapporto di peso si combinino i corpi, ovvero ne' composti congeneri vicendevolmente si sostituiscano.

2771. **Agente** e **reagente:** il primo aggiunto s'attribuisce a qualunque sostanza capace di operare modificazioni su di un'altra; *reagente* è più specialmente quella atta a far conoscere in un corpo l'esistenza d'un'àltra, anche senza separarla da una terza cui sia aggregata. Qualunque corpo, o per meglio dire, qualunque sostanza capace di operare la separazione delle parti costituenti un composto, è un *agente*: ma se anzichè isolare compiutamente que' principii costitutivi, si vuol solo riconoscerne l'esistenza, si adopera qualche sostanza, la quale colla sua azione speciale sovra alcuno de' medesimi, renda manifesta una delle sue proprietà distintive; quella sostanza è il *reagente*. Prendo tre bicchierini pieni d'acqua: nel 1° aggiungo qualche goccia d'*aceto*, nel 2° alquanto *sale di cucina*, nel 5° un poco di *potassa*. Di poi verso in tutti e tre dello sciloppo di viole. Il colore dello sciloppo nel 2° bicchierino non si altera: ma nel 1° arrossa, e nel 5° inverdisce. Ecco adunque in quello sciloppo un *reagente*, col quale, scandagliando ad esempio altro liquido per sapere se v'esiste *potassa*, mercè il passaggio della tinta azzurra al color verde, ne verrò avvertito. Tra gli *agenti* poi è il *calore*, l'*elettrico*, e la *luce* eziandio, se s' impiegano per analizzare alcun composto. Havvene però un altro di cui i chimici non fan caso, e per l'agronomo di momento gravissimo. Quest'*agente* risultò in ispecie mani-

festo dalle sperienze del GAZZERI; e noi porremo maggiore attenzione, che sinora non si rese a questo fatto, che le *corna*, le *unghie* ecc. in un terreno in cui si facciano vivere piante, si vanno a poco a poco disfacendo, e scompaiono interamente, « laddove le stesse materie poste in egual terreno, ma in cui non « viva pianta alcuna, subiscono comparativamente una piccolissima altera- « zione (1) ».

2772. **Notazioni** e **formole** chimiche sono i simboli od abbreviature adoperate dai chimici per significare i nomi de' corpi semplici coi rispettivi equivalenti, e il loro modo d'aggregazione ne' diversi composti o *combinazioni*.

[2] Nomi de' corpi semplici.

2773. **L'origine** de' nomi dei corpi semplici, per parecchi si perde nell'antichità: quando in progresso se ne rinvennero altri, gli scopritori de' medesimi lor diedero nomi desunti non di rado da qualche singularità. Quindi il *fosforo* dallo splendere nelle tenebre, il *cloro* dal giallo verde che lo distingue, il *bromo* dal suo grave odore ecc. (2).

2774. **Quanti sono i corpi semplici?** Distinguerò:

I° Nella *sostanza organica* il chimico non vuol riconoscerne alcuno, perchè convinto di risolvere tutti quelli che il regno animale o vegetale gli presentano, in corpi semplici appartenenti alla *sostanza materiale*.

II° Nella *sostanza eterea* esso non ne ammette alcuno, perchè ad eccezione del BERZELIUS (3), i chimici non considerano punto calorico, luce ed elettrico siccome veri costituenti dei corpi materiali.

III° Nella *sostanza materiale* si riducono perciò tutti i corpi semplici dei chimici. Il loro numero (e perciò il totale di tutti i corpi semplici) al giorno d'oggi sarebbe di 62.

2775. **Come dividonsi i corpi semplici?** Alcuni chimici li distinguono in *metalloidi*, e in *metalli*. Per verità cos'abbiano di metallico dei gas, quali l'*ossigeno*, l'*azoto*, l'*idrogeno* e il *cloro*, nol si potrebbe comprendere. Tal altro corpo, come il *fluore*, non si sa come definirlo, dappoichè finora solo, isolato, non si riuscì punto ad ottenerlo. Il *potassio* venne annoverato tra i metalli, e n'ha forse i caratteri meno del *selenio* e dell'*iodo*, riposti tra i *metalloidi*. L'*arsenico* chi lo pone da un lato e chi da un altro, e così accade pure del *tellurio* e sino dell'*antimonio*! Seguendo il PAYEN si avrebbero:

METALLOIDI

1° **Gruppo.** *Ossigeno. Idrogeno. Solfo. Selenio. Tellurio.*

2° **Gruppo.** *Cloro. Bromo. Iodio. Fluore.*

3° **Gruppo.** *Azoto. Fosforo. Arsenico. Carbonio. Silicio. Boro.*

---

(1) GAZZERI *Intorno al modo di amministrare comodamente ed utilmente al terreno gl'ingrassi non fermentati.* Letta il 4 agosto 1839. V. CONTIN, degli Atti dei GEORGOFILI, vol. XVII, pag. 187.

(2) Ad esempio l'ossigeno deriva da due parole greche, ὀξύς *ossido*, ed γεννάω *genero*, ma si conoscono altri corpi che generano acidi (§ 2764). Similmente l'*azoto* deriva da α e ζωή, cioè *privo di vita*, ma sono moltissimi i gas che fanno perire gli animali e le piante.

(3) V. § 2761, nota 2.

METALLI.

1° **Gruppo.** Potassio. Sodio. Litio. Bario. Stronzio. Calcio.

2° **Gruppo.** Magnesio. Glucio. Aluminio. Zirconio. Torio. Ittrio. Cerio. Lantano. Didimio. Erbio. Terbio. Manganese.

3° **Gruppo.** Ferro. Zinco. Nichelio. Cobalto. Cromo. Vanadio. Cadmio.

4° **Gruppo.** Stagno. Antimonio. Uranio. Titano. Molibdeno. Niobio. Ilmenio. Pelopio. Colombio. Osmio.

5° **Gruppo.** Rame. Piombo. Bismuto.

6° **Gruppo.** Mercurio. Rodio.

7° **Gruppo.** Argento. Oro. Platino. Palladio. Iridio. Rutenio.

I tre gruppi de' *metalloidi* comprendono i corpi analoghi tra loro ma sono divisi in quattro gruppi da altri, come dirò al § 2814.

I sette gruppi de' metalli racchiudono, il 1° i metalli che decompongono l'acqua alla temperatura atmosferica; il 2° quelli che il fanno a 100° e via dicendo analoghe capacità per decompor l'acqua, che all'agronomo non interessano, e meglio giova più ovvia distinzione.

2776. Seguendo il REGNAULT distinguerò quindi i metalli in due classi, notando in ciascuna di esse quelli solo di cui può occuparsi l'agrologia.

I^a Classe. Terrosi.

METALLI che s'impiegano in istato metallico o poco alterabili all'aria:
Potassio; *Sodio*; *Bario*; *Calcio*; *Alluminio*; *Magnesio*; *Manganese*.

II^a Classe. Malleabili.

METALLI non servibili in istato metallico, alterandosi all'aria:
Ferro; *Zinco*; *Rame*; *Piombo*; *Mercurio*; *Antimonio*; *Nichelio*.
Stagno; *Argento*; *Oro*; *Platino*.

De' quali dovrò adunque far cenno, dopo i *metalloidi* più interessanti, che sono l'*ossigeno*, l'*idrogeno*, il *carbonio* e l'*azoto*, poi il *silicio*, lo *solfo*, il *cloro*, l'*iodo*, il *fluore*, l'*arsenico*, il *boro*, il *fosforo*. E qui prego sempre il leggitore benevolo a rammentare lo scopo e le promesse del mio PRODROMO, cui mi corre obbligo di soddisfare. Supposi di scrivere per leggitori affatto digiuni di nozioni scientifiche, quindi anche di chimica. Ora lo studio degl'ingrassi ne farà investigare se l'*acido solforico* possa giovare nel modo consigliato dal RIDOLFI per la sua chimica azione sul *carbonato d'ammoniaca*, e così il *solfato di ferro*, e come si formi *acetato d'ammoniaca* ecc. Parimente in che conto sia da tener l'*arsenico* nella cura de' *lanuti* ecc. (1). Tutti esempi, tra mille, della necessità di sapere che sieno tali corpi.

---

(1) V. Bullettino del RIDOLFI, Giornale Agrario. FIRENZE 1843. Tom. XVIII, pagina 127-129.

[3] Nomi de' composti binarii.

1. Ossigenati.

2777. Composti acidi. Un acido è un composto di due corpi elementari, ad esempio l'*acido solforico* consta di *ossigeno* e di *solfo*. Ma lo solfo può essere in diversa proporzione. Suppongo 100 di *solfo* unito a 150 d'*ossigeno* e questo composto il Chimico lo chiama *acido solforico*: se invece l'*ossigeno* sia 100 soltanto, allora gli dà nome d'*acido solforoso*. Dunque per comporre uno di cotesti vocaboli chimici s'adopera la parola *acido* invece d'*ossigeno*, e il nome del *radicale* (§ 2769). La desinenza notasi in *ico* nel caso della proporzione maggiore, e in *oso* per la minore. Perciò

Acido solforico . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 150
Acido solforoso . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 100

E se l'*ossigeno* fosse 125 ovvero 50?

Allora è mestieri d'un termine tra l'*ico* e l'*oso*, e d'uno anche dopo l'*oso*. Siccome *ipo* significa in greco *sotto*, perciò ne risultano le quattro denominazioni

Acido iposolforoso . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 50
» **solforoso** . . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 100
Acido iposolforico . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 125
» **solforico** . . . . *Solfo* 100 + *Ossigeno* 150

Per converso s'era trovato un *acido clorico* composto di 100 di *cloro*, e 112,86 d'*ossigeno*: e dopo se ne rinvenne altro che conteneva 158,01 d'*ossigeno*. A quest'ultimo si convenne di aggiugnere un *per* (1): quindi

Acido clorico . . . . *Cloro* 100 + *Ossigeno* 112,86
» **perclorico** . . . Cloro 100 + Ossigeno 158,01

2778. Egli mi pare d'avere egregiamente spiegato il valore di quelle desinenze in *ico* ed in *oso*, e di quegli aggiunti di *ipo* e di *per* come ce li impongono i Chimici (2): giacchè valgono pe' composti di *solfo* e di *cloro* come per tutti gli altri acidi, salvochè, com'è da dire più sotto, que' numeri variano a seconda della loro natura. Ma che significano queste minuzie per l'agronomo?

---

(1) Il *per* sta in luogo d'*hyper*, da ὑπέρ *al di sopra*: così *ipo* è tolto da ὑπό *al di sotto*.

(2) Il lettore dee comprendere da se medesimo che questo sistema di nomenclatura è difettoso, in ispecie perchè non è stabilito quando si debba attribuire la designazione in *ico* senza l'*ipo* o il *per* d'aggiunta. S'è trovato un corpo che conteneva più o meno ossigeno, e s'è aggiunto l'*ipo* o il *per* unicamente perchè quell'altro composto fu trovato prima. È un difetto realmente gravissimo nella Chimica più elevata: ma qui pure argomenterò con altrui parole. *Telles sont les règles auxquelles les chimistes se sont arrêtés jusqu'ici pour former la nomenclature des oxacides. Les exemples que nous venons de citer, et la discussion qui les accompagne suffisent pour montrer combien ces règles sont insuffisantes et défectueuses, et combien il est à désirer qu'on les mette bientôt en harmonie avec l'état actuel de nos connaissances.* REGNAULT, Cours élém. de Chimie. PARIS, Deux. Edit. Prem. partie, pag. 70.

nulla meno che se venisse scambiando ad esempio l'*acido solforico* in *solforoso*, troverebbe proprietà ne' due acidi differentissime. Gli è questo *solforoso* cui si attribuisce la morte di Plinio e che rende sì fatali le eruzioni vulcaniche. Bruciando *solfo* all'aria si genera cotesto acido, gas invisibile che respirato produce tosse, starnuti, asfissia e morte, ed è sin valido ad estinguere gl'incendi. L'*acido solforico* invece, conosciuto sotto nome d'*olio di vetriolo*, ha qualità diverse affatto, ed è sì adoperato nella industria, che il Dumas pretendea potersi desumere lo sviluppo industriale d'uno Stato dal suo consumo d'*acido solforico* (1). Ma torniamo a proposito.

2779. **I diversi ossidi** hanno pur nomi speciali. Quando l'*azoto* si combina coll'*ossigeno* forma degli *acidi*, ma forma eziandio due ossidi (§ 2765). Quando è men ricco d'*ossigeno* l'ossido si chiama *protossido*, come a dire primo grado d'ossidazione; poi facendo in luogo del *proto* precedere la particella *sesqui* vorrà significare un grado e mezzo d'ossidazione ; la *bi* due gradi: la *tri* tre ecc. voglio dire due volte, tre volte ecc. tanto d'ossigeno quanto il *protossido* ne còntenea. Così avrò ad esempio

Protossido d'azoto . .	*Azoto* 100+*Ossigeno*	57,14
Biossido d'azoto . . .	*Azoto* 100+*Ossigeno*	114,28
Protossido di ferro . .	*Ferro* 100+*Ossigeno*	28,57
Sesquiossido di ferro .	*Ferro* 100+*Ossigeno*	42,85

Nel *biossido d'azoto* le **114,28** d'*ossigeno* sono il doppio delle **57,14** del suo *protossido* : nel *sesquiossido di ferro* le 42,85 di *ossigeno* sono una volta e mezzo le 28,57 del *protossido di ferro*. Che se l'ossidazione fosse di grado minore del *protossido*, gli si dà nome di *sottossido*. Così

Protossido di piombo o litargirio	*Piombo* **100** *Ossigeno*	**7.75**
Sottossido di piombo . . .	*Piombo* **100** *Ossigeno*	**3,86**

I Chimici tuttavolta chiamano il *protossido di ferro* ad esempio *ossido ferroso*, e il *perossido di ferro* ossido *ferrico*; ed un composto di questi due ossidi è pur detto *ossido ferroso-ferrico*. Del che basti l'indicazione, salvochè si rammenti che pur tra cotesti *protossidi*, *sesquiossidi* ecc. esistono differenze notevolissime nelle loro proprietà, come altrove sarà da offerirne esempi di pratica applicazione.

2. Composti senz'ossigeno.

2780. Le **combinazioni** binarie che offrono le proprietà degli *acidi*, comecchè non v'entri l'*ossigeno*, chiamansi egualmente *acidi*: e possono offerirne il *cloro*, l'*iodo*, lo *solfo*, ecc.; in diverso caso assumono il nome generico del componente che vi si dimostra elettro-negativo, con desinenza in *uro*. Se il

---

(1) *Si l'on possédait un tableau exact des quantités d'acide sulphurique consommées annuellement dans divers pays ou à diverses époques, il n'est pas douteux que ce tableau présenterait en même temps la mesure précise du développement de l'industrie générale pour ces époques ou pour ces pays*. Dumas. Chimie appliq. T. 1, p. 172.

cloro s'unisce coll'*idrogeno*, forma un composto acido che chiamasi *acido cloridrico*; ma se s'unisce col *ferro*, col *rame*, ingenera composti chiamati *cloruro di ferro*, *cloruro di rame* ecc. Similmente lo *solfo* può dare de'*solfuri*, l'*iodo* de' *ioduri* ecc. Aggiugnesi poi la particella *proto* ovvero *sesqui* ecc. (§ 2779) a norma delle proporzioni del corpo elettro-negativo.

2781. ESEMPIO

Protosolfuro di ferro	*Ferro* 100+*Solfo*	57,14
Sesquisolfuro di ferro	*Ferro* 100+*Solfo*	85,71
Bisolfuro o Deutosolfuro di ferro	*Ferro* 100+*Solfo*	114,28
Trisolfuro o Persolfuro di ferro	*Ferro* 100+*Solfo*	171,42

[4] Nome dei Sali.

2782. Un **Sale** (§ 2767) formato dall'*acido solforico*, è detto *solfato*
» . . . . . formato dall'*acido cloridrico*, è detto *cloridrato*
» . . . . . formato dall'acido *nitrico*, è detto *nitrato* ecc.

Combinando adunque insieme *protossido di ferro* con *acido solforico*, il sale che ne risulta, sarà un *solfato di protossido di ferro*. Se invece si adoperasse l'*acido solforoso*, *nitroso* ecc. si chiamerà *solfito*, *nitrito*, *clorito* ecc.; onde ove s'impieghi *acido iposolforoso* il sale sarà un *iposolfito* e via dicendo.

2783. **Sale neutro** chiamasi poi quello che non agisce nè sulla tintura di tornasole, nè su quella di curcuma.

Sale acido quello in cui l'*acido* prevale;

Sale basico se la *base* predomina. Ad esempio

Solfato neutro di potassa . . 100 *potassa*+ 84,89 *acido solforico*;
Solfato acido o bisolfato di potassa . . . . 100 *potassa*+169,78 *acido solforico*.

Dunque v'ha il *bisolfato*, *trisolfato* ecc.: ma se aumenta invece la *base*, si dirà *bibasico*, *tribasico* ecc. Ad esempio

Nitrato neutro d'ossido di piombo . . . . 48,40 *Acido nitrico*+100 *Ossido di piombo*;
Nitrato bibasico d'ossido di piombo . . . 48,40 *Acido nitrico*+200 *Ossido di piombo*;
Nitrato quadribasico d'ossido di piombo . 48,40 *Acido nitrico*+400 *Ossido di piombo*.

2784. **Sale doppio** infine è la combinazione di due sali. Esempio l'allume e il tartaro emetico. Infatti

Allume . . . . è *Solfato di potassa*+*Solfato d'allumina*;
Tartaro emetico è *Tartrato di potassa*+*Tartrato d'ossido d'antimonio*.

2785. Leggendo Trattati, Corsi, Lezioni d'Agricoltura, v'incontrerete in taluno che nota *cloruri*, *solfati* e *fosfati* terrosi ed *alcalini*, e sostanze *ternarie*, *quaternarie* ecc., tutti materiali necessari all'alimentazione dell'uomo, in quantochè forniscono i principii respirabili, e i principii plastici; e ciò affine di conoscere il potere nutritivo delle diverse piante *alimentari* coltivate. Se io avessi dovuto parlarne, come accadrà in seguito, senza dichiarare che intenda per *cloruro*,

per *solfato*, per *fosfato*, sarei stato unicamente compreso da chi avesse già studiata la Chimica; quindi le poche nozioni che precedono ho speranza non saranno tenute per superflue, conciossiachè risparmiano quello studio speciale e compiuto della Chimica, limitandosi ai particolari indispensabili alla Scienza Agrologica.

[3] Idrati ecc.

2786. **Idrati** si chiamano le combinazioni dell'acqua cogli *acidi* o colle *basi*. Dopo avere ricavato dalla pietra calcare la calce, scacciandone col fuoco l'*acido solforico*, bagnandola coll'acqua ne formate un *idrato di calce*. In questo caso l'acqua fa funzione d'acido.

Protoidrato, biidrato, triidrato dicesi il corpo con cui l'acqua s'è combinata in proporzione semplice, doppia, o tripla: quindi ad esempio si ha *l'acido solforico monoidrato o protoidrato*, *l'acido solforico biidrato* ecc.

2787. **Lega** esprime la combinazione di metalli tra loro: ad esempio *lega di zinco e rame* ecc. Si chiama nondimeno

Amalgama la combinazione per la quale uno de' costituenti la *lega* sia il *mercurio*: una *lega d'argento e mercurio* si chiama semplicemente *amalgama d'argento* ecc.

2788. **Riflessi.** Io prendo in mano un mucchio di grano sull'aia: vi trovo grani grandi e piccoli, grossi e sottili, lisci e rugosi, rotondi e oblunghi di frumento: vi trovo semi di *loglio*, di *veccia*, di *vilucchi* ecc.: vi trovo terra in minuzzoli o in polvere, e via dicendo. Col numero e col peso pervengo a fare un calcolo del frumento che può contenere un ettolitro, detratti il *loglio*, la *veccia* ecc. Cotesta è una specie d'analisi meccanica che coll'aiuto dei sensi, e con un paio di crivelli posso fare della qualità, della riuscita del mio ricolto di grano. Ma s'io voglio sapere cos'ho levato dal mio campo, è impossibile ch'io lo indovini. O m'è necessario conoscere che materiali costituivano il mio terreno all'atto della semina, e quali fatta la messe. Ovvero mi convien determinare di quali elementi sia composto il grano colla paglia, e di più, quali d'essi può aver la pianta ricavati dalla terra, e quali d'altrove. O alla fin fine m'occorrono queste nozioni amendue (1). Ecco una delle infinite questioni che l'agricoltore in-

---

(1) Non a caso ho scelto questo esempio di chimiche ricerche, perchè mi fa meraviglia la insistenza del GASPARIN nel proferire anche di recente: *Au point de vue où en est arrivée l'agronomie, on reste convaincu de l'inutilité de l'analyse complète des terres arables pour connaître leur degré de fertilité, et même leurs propriétés physiques.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences 2 Mai 1853. Poi soggiugne che, *on est conduit à étudier les terrains par deux genres différents d'expériences: les unes physiques pour déterminer* ecc. *les autres chimiques s'adressant seulement à leur parties solubles.* Ma se, *dans toute terre fertile il existe une substance organique soluble neutre analogue au sucre*, e se questa materia, *détermine la dissolution dans l'eau des substances minérales qui composent le terrain d'où on l'a extraite*, è forza conchiudere che deesi pur conoscere le sostanze materiali che crediamo insolubili, ma che per la presenza di quella nuova specie di *zucchero* possono sciogliersi o disciogliersi nell'acqua, e passare quindi nell'alimentazione vegetale. O è mestieri francamente ripudiare affatto la Chimica, o avendogli ricorso, procacciare piuttosto che offra all'agricoltore le nozioni più accertate, e gl'ingegni più ovvii per applicarla con utilità positiva.

telligente, desiderante di fare un'agricoltura razionale e vantaggiosa, non mancherà di proporre a se medesimo, e non potrà risolvere senza il soccorso della Chimica. Ora s'essa mi rivelasse che il terreno è formato di tanto d'*ossigeno* combinato con tanto di *carbonio*, il qual composto è poi combinato con tanto *ossigeno* unito a tanto *calcio* e per giunta con altra quantità d'*ossigeno* unita a data quantità d'*idrogeno*, chi non vede che ritrarrò molto più chiara idea e più pronta se tutto questo esprimo colla sola indicazione di *carbonato di calce*? Onde ognun vede eziandio, quanto coll'esposta nomenclatura e la dicitura s'abbrevii e il comprendimento s'agevoli.

2789. **Dosare**, italianamente significherebbe proporzionare aggiustatamente le dosi de' varii ingredienti d'un composto. Al presente si adopera dai Chimici per esprimere l'operazione di rilevare la quantità, la dose d'un ingrediente qualunque. Quindi *dosare l'azoto* o *dosamento* dell'*azoto*, vuol dire riconoscere quanto *azoto* si contenga in una tal materia, in un tal concime ecc. Questa operazione è importantissima, perchè l'*azoto* è uno degli elementi principali di fertilità e se nelle affittanze si usasse determinare, prima e dopo, la ricchezza del suolo e confrontare il suo stato all'atto della consegna ed a quello della rescissione, o termine dello affittamento, si potrebbe apprezzare se migliorò, o venne invece depauperato. Ora per eseguire queste analisi, trovi nel CORSO del GASPARIN occorrere *bicarbonato di soda*, *biossido di rame*, e quello è tutt'altro che *carbonato di soda*, questo tutt'altro che *ossido di rame*. Similmente per analisi d'altri materiali del terreno, trovi nominati acidi, basi, ed altre chimiche designazioni, di cui puoi rinvenire più sopra il significato. Lo che dimostra l'utilità di cotali nozioni perchè giovano a comprendere, non che il presente, eziandio gli altrui Trattati. Senza divenir chimico, è pur sempre vantaggioso conoscere che un *biossido* contiene doppia dose d'*ossigeno*, di un *protossido*: che in un *trisolfuro*, o *persolfuro* si rinviene il doppio di *solfo*, di un *sesquisolfuro*. Ad esempio, ottieni coll'*acido perclorico* un effetto che non puoi conseguire coll'*acido clorico*; potrai con fondamento dubitare se a quell'effetto dia causa l'azione dell'*ossigeno* più di quella del *cloro*, e così viceversa, perchè ora sai esservi maggior dose d'ossigeno nell'acido *perclorico* che nel *clorico*.

2790. Vuoi altra prova della necessità di comprendere le nozioni ed i termini chimici? osserva gli effetti della calce: può servire la *calce idratata* ad impedire la dispersione de' migliori principii (azotati) del concime: per converso il *carbonato di calce* favoreggia in grado eminente la decomposizione spontanea delle sostanze che li contengono. Ma troppo dilungherei se volessi recare innanzi esempi di simil genere. Nella CHIMICA AGRARIA della *sostanza organica* ne verranno in acconcio non pochi di somma rilevanza, oltre gli altri che di frequente ricorreranno nel progresso di questi studi agrologici.

[6] Equivalenti.

2791. **Numeri proporzionali.** L'acqua si trovò dai Chimici essere un composto d'*ossigeno* e d'*idrogeno*: non essendo un *acido*, s'ebbe a riconoscere per un *ossido*, ma perchè l'*ossigeno* v'è in dose minore che in altre combinazioni coll'idrogeno, quindi si conchiuse (§ 2779)

Acqua è il *protossido d'idrogeno*.

Ma non bastava all'umana intelligenza questa nozione; si volle pure un dato numerico della proporzione in cui trovansi uniti l'*idrogeno* e l'*ossigeno* per comporre 100 parti in peso d'acqua; e si rinvenne

Acqua =*protossido d'idrogeno*= 11,11 *d'idrogeno*+88,89 d'*ossigeno.*

Del pari si trovò per 100 parti in peso di

Potassa=*protossido di potassio*=83,02 di *potassio*+16,98 *ossigeno*;
Soda=*protossido di sodio*=74,16 di *sodio*+25,84 di *ossigeno.*

Ecco l'*ossigeno* ch'entra in tre composti di somma importanza e di cui conosciamo il peso, salvo il vero nei numeri centesimali.

2792. Ma se invece di 88,89 d'*ossigeno* ed 11,11 d'*idrogeno* che compongono l'acqua, fatta astrazione dal peso, si prendano due eguali volumi de' due corpi medesimi, cioè facciasi un miscuglio d'*idrogeno* e d'*ossigeno* a volumi eguali e si slanci a traverso del medesimo una scintilla elettrica, succede uno scoppio, e tutto quel volume gasoso del miscuglio si riduce ad un quarto di prima: rimane solo dell'*ossigeno*, dunque i tre quarti spariti doveano essere due d'*idrogeno* ed uno d'*ossigeno*. E tu li trovi in poche gocce d'acqua di cui restano inumidite le pareti del vaso: dico alquante gocce, perchè l'acqua in cui sonosi convertiti que' due volumi d'*idrogeno*, ed uno d'*ossigeno*, ha un volume 2000 volte più piccolo di quello dei due gas. Ho tal desiderio che tu ritenga nella memoria questo esperimento, che aggiungo la fig. 733 per dimostrare come possa eseguirsi.

2793. Nella campanella o cilindro di vetro supponi alla parte superiore fisso un filo di platino ch'entro penetra, e termina dentro e fuori con un bottoncino: in essa campanella supponi raccolti i due volumi d'*idrogeno*, coi due d'*ossigeno*, mercè il sussidio del bagno di mercurio adoperato nel modo da dire più innanzi; deesi pure introdurre nel tubo, come appare dalla figura, altro filo di ferro o di platino munito di capocchia, spingendolo a poca distanza dal bottoncino interno in guisa però che nol tocchi. Accostando la bottiglia di *Leida* carica d'elettrico (§ 2493) e procacciando che l'asta della medesima tocchi il bottoncino esterno della campanella, mentre l'armatura esteriore della bottiglia, mediante una catenella, comunichi colla estremità dell'interno filo di ferro che pesca nel bagno di mercurio, si scarica l'elettrico con scintilla dal bottoncino alla capocchia. Nell'atto in cui di questa guisa la scintilla traversa il miscuglio de' due gas, si accende, ed accade quella sparizione de' due volumi d'*idrogeno* e di uno d'*ossigeno*, rimanendone uno solo di quest'ultimo gas, e le poche gocciolinc d'acqua in cui gli altri tre quarti del miscuglio si sono ridotti.

Fig. 733.

2794. Vedi adunque prodigio dell'*elettrico*: il quale disfa e rifà l'acqua a tuo grado. Ma non anticipiamo: e proseguendo lo studio degli equivalenti, quali conseguenze sono a dedurre dal citato sperimento? *Primo*, che l'acqua si com-

pone di due terzi d'*idrogeno*, ed un terzo d'*ossigeno*, e ciò rispetto al volume. *Secondo*, che componendosi d'altronde l'acqua in ragion di peso di 11,11 d'*idrogeno* e 88,89 d'*ossigeno* (§ 2791) ne verrebbe che in ragione di volume peserebbe l'*idrogeno* a confronto dell'*ossigeno*:

$$:: \frac{11,11}{2} : 88,89, \text{ cioè } :: 11,11 : 177,78$$

o in numeri rotondi :: 1 : 16.

Questo numero approssimativo ne dà subito indizio della densità dell'*idrogeno* assai minore di quella dell'*ossigeno*. Si è trovato che la densità del *gas idrogeno* è 0,0692, e quella del gas ossigeno 1,1056 (1), cioè la prima sta all'altra ::0,0692 : 1,1056 :: 1 : 15,9768 (2). Se di questa lieve differenza ce ne passiamo, ci riescirà l'acqua formata

di *idrogeno* $2 \times 0,692 = 0,1584$
di *ossigeno* $1 \times 1,1056 = 1,1056$

i quali numeri non istanno nell'indicato rapporto di 11,11 : 88,88 (§ 2791), nè di 11,1 : 88,9 (3), ma realmente di 11,11: 88,75. La differenza è qui pure col 1° rapporto di 0,13, col secondo di 0,15: e di questa ancora passiamocene, purchè sia buona coperta per quel ch'ho detto al § 2791 sulle cifre centesimali (4). Piuttosto non è da credere così alla buona « che quanto si è « detto dell'acqua si possa dire di tutti gli altri corpi, sicchè fatta l'analisi d'un « composto tutte le volte che lo stesso corpo si presenterà, si potrà ammettere « che contiene le stesse quantità di ciascun componente che l'esperienza vi ha « già dimostrato » (5). La certezza l'avremo quando colla *sintesi* potremo rifare quel corpo, come s'è potuto per l'acqua.

2795. Equivalenti. Non per ciò ripudieremo le analisi ripetutamente verificate dai Chimici e sulle quali hanno stabilito gli *equivalenti* o *numeri proporzionali*. Avendo eglino trovato 88,88 d'*ossigeno* con 11,11 d'*idrogeno* per la composizione dell'acqua, prossimamente corrispondere ad 1 d'*idrogeno* ed 8 d'*ossigeno*: similmente 94,12 di *solfo* con 5,88 d'*idrogeno* comporre il *solfuro d'idrogeno* nel rapporto all'incirca come 1 d'*idrogeno* e 16 di *solfo*, hanno conchiuso, 1 d'*idrogeno* in peso combinarsi con 8 di *ossigeno*, ovvero con 16 di

---

(1) Il BERZELIUS e DULONG la rinvennero 1,1026, il BIOT 1,10359, il DAVY 1,127 per l'*ossigeno*. Per l'*idrogeno* si valutava, 0,073, di poi dal BERZELIUS dal 0,0688 al 90,068.

(2) Il primo rapporto sarebbe 1 : 16,001, l'altro 1 : 15,978. Vengo adunque a segnalare una differenza di 0,023, ben piccola ma pur dimostra che volendo scrutinare i centesimali e millesimi dei Chimici, sono lungi da quell'esattezza matematica che si vorrebbe far credere con quel lusso di minime frazioni.

(3) *Intanto i numeri* 0,1384 *e* 1,1056 *sono fra di loro nello stesso rapporto che* 11,1 : 88,9. Così il PIRIA, *Tratt. Elem.* cit. pag. 22, e così vorrà l'aritmetica chimica, ma l'aritmetica ordinaria accenna l'enunciata differenza di 0,15 *ossigeno* di meno.

(4) Ecco uno dei torti più gravi del RASPAIL, per cui in mezzo ai suoi voli, figli di soverchio amor di sistema, i Chimici disveggono o ripudiano anche tutto il buono e il vero delle sue opere chimiche. Egli francamente asseriva ...*on ne sait trop expliquer pourquoi les Chimistes tiennent tant au luxe des décimales, que la plupart d'entr'eux portent jusqu'à trois; nous conseillons à nos lecteurs de négliger absolument ces fractions.* Nouv. Syst. de CHIMIE ORGAN. BRUXELLES 1839. T. 1, pag. 81, § 257.

(5) PIRIA, loc. cit. pag. 22 *à* 25.

solfo e via dicendo. Quindi l'idea di formare una serie di numeri esprimenti il rapporto in cui ciascun corpo si combina con 1 d'*idrogeno*. Alcuni però han prescelto di attribuire il numero 100 all'*ossigeno*, rapportandovi gli *equivalenti* de' corpi semplici. Nel qual caso, se l'*ossigeno* si combina coll'*idrogeno* in ragione di 8 : 1, e lo *solfo* in quella di 16 : 1, attribuendo il 100 all'ossigeno il numero per l'*idrogeno* sarà 12,5 (perchè 8 : 1 :: 100 : 12,5), e il numero dello *solfo* equivalendo a 16 d'*idrogeno*, risulterà 200 (perchè $16 \times 12{,}5 = 200$). D'altronde scegliendo lo *solfo* ed assegnandogli la cifra 100, perciocchè il suo rapporto coll'*idrogeno* è :: 16 : 1, l'equivalente di questo (da 16 : 1 :: 100 : 6,25) sarà di 6,25. Da queste tre diverse numerazioni, si hanno bensì diversi numeri per ogni corpo, ma le proporzioni rimangono identiche. Infatti sceglìamone alcuni coi loro *equivalenti*, a seconda del corpo cui si rapportano.

			Idrogeno	*Ossigeno*	*Solfo*	*Cloro*	*Carbonio*	*Azoto*
per l'**Idrogeno**	= 1	sarà	1	8	16	35,46	6	14
» **Ossigeno**	=100	»	12,5	100	200	443,20	75	175
» **Solfo**	=100	»	6,25	50	100	221,60	37,50	87,50

Di leggieri si rileva che i numeri della I^a serie stanno tra loro come quelli della seconda, e come gli altri della terza perchè 1 : 8 :: 12,5 : 100 :: 6,25 : 50, e così 8 : 16 :: 100 : 200 :: 50 : 100 ecc.

2796. Spiacemi, il ripeto, riuscir noievole con questi particolari: però il lettore ha compreso che l'acqua si compone di due gas, e in quali volumi non solo ma in qual peso si combinino per formarla. Inoltre noti eziandio che il rapporto in cui i diversi corpi si uniscono con una data quantità di uno di essi, esprime anche il rapporto in cui si combinano tra loro. Nello stesso modo che 16 di *solfo* s'uniscono ad 1 d'*idrogeno*, ovvero ad 8 d'*ossigeno*, se in un composto d'*idrogeno* e *solfo* si sostituisse l'*ossigeno* all'*idrogeno*, esso non potrebbe entrarvi che in quel rapporto di 8. Similmente trovasi che 16 di *solfo* s'uniscono a 101 di *mercurio*, a 27 di *ferro*: siccome 16 di *solfo* s'uniscono con 8 d'*ossigeno*, così ne desumo che l'*ossigeno* potrà solo unirsi con 8 a 101 di *mercurio*, ovvero a 27 di *ferro*. Nella decomposizione del cinabro, se si adopera ferro in quantità insufficiente, non si ottiene di eliminare il *mercurio*, perchè occorrono 27 di ferro per surrogare le 101 di mercurio che stanno in quella combinazione collo *solfo*. Dal che nasce una regola di somma importanza, che ogni *decomposizione* è il *risultato d'una combinazione*, (1) o più esattamente, le *decomposizioni* non hanno luogo che su materiali esistenti in forza di *combinazioni*, e secondo il modo con cui queste sono avvenute.

2797. Però le relazioni suddette sono invariabili, salvochè si forma tra i corpi più d'una combinazione. Ad esempio 14 di gas *azoto* si combinano con 8 d'*ossigeno* e si forma il *protossido d'azoto*: ma si unisce anche con due equivalenti d'*ossigeno* e forma altro gas in cui entrano 14 d'*azoto*, e 16 d'*ossigeno*. Il *carbonio* s'unisce con 8 d'*ossigeno*: ma forma eziandio l'*acido carbonico*, in cui 6 è il *carbonio* e due volte 8 cioè 16 l'*ossigeno*.

(1) LIEBIG, IV Lettre. PARIS, pag. 40.

2798. Calcolo degli equivalenti. Ma trovano i Chimici che il puro aceto, l'*acido acetico*, si compone in 100 parti di

Carbonio . .	47,06
Idrogeno . .	5,88
Ossigeno . .	47,06
Acido acetico	100,00.

Ora corrispondono ad 1 d'*idrogeno* 6 di *carbonio* (§ 2795): dunque ciò rivela che nell'aceto si mantiene quella stessa proporzione. Ma come il dimostreremo? Se $5,88 \times 6 = 35,28$, essendochè 8 è l'equivalente dell'*ossigeno*, per 47,06 di questo corpo, il carbonio (da 8 : 6 :: 47,06 : 35,295) dovrà essere 35,29: d'altronde stando al rapporto tra l'*idrogeno* e l'*ossigeno* (da 1 : 8 :: 5,88 : 47,04) converrà ch'io conchiuda che per 3 *equivalenti* d'*idrogeno* nella composizione dell'*aceto* entrano 4 *equiv.* di *carbonio*, 3 *equiv.* d'*ossigeno.* Infatti

Carbonio	$6 \times 4 = 24$ . . .	e $24 \times 1,96 = 47,04$
Idrogeno	$1 \times 3 = 3$ . . .	$3 \times 1,96 = 5,88$
Ossigeno	$8 \times 3 = 24$ . . .	$24 \times 1,96 = 47,04$.

Ma questo rapporto come l'ho io rinvenuto? semplicemente dal dividere prima que' numeri 47,06 ecc. approssimativamente per gli equivalenti proprii de' corpi cui corrispondono, e poi attenermi ai più minori numeri che soddisfino ad eguale proporzione. Avrei potuto infatti porre

$\frac{47,06}{6}$ prossimamente eguale ad 8 pel *Carbonio*

$\frac{5,88}{1}$ » » a 6 per l'*Idrogeno*

$\frac{47,06}{8}$ » » a 6 per l'*Ossigeno*

e quindi ricavare moltiplicandoli tutti per 0,98

Carbonio	$6 \times 8 = 48$ . . .	e $48 \times 0,98 = 47,04$
Idrogeno	$1 \times 6 = 6$ . . .	$6 \times 0,98 = 5,88$
Ossigeno	$8 \times 6 = 48$ . . .	$48 \times 0,98 = 47,04$.

2799. Corollario. Dal preallegato esempio non solo si comprende come dai numeri più disparati si possa ricavare direi quasi la *radice* chimica, ma che realmente non hanno altro valore che il proporzionale. Tanto posso dire l'aceto è composto di 4 *equiv.* di *carbonio*, 3 d'*idrogeno*, e 3 d'*ossigeno*, come di 100 di *carbonio*, 75 d'*idrogeno*, e 75 d'*ossigeno*, oppure di 2 di *carbonio*, 1 1/2 d'*idrogeno*, ed 1 1/2 d'*ossigeno*: ma si preferiscono sempre i minimi termini e i numeri intieri, escludendo le frazioni.

[7] Simboli.

2800. Le **abbreviature** onde in poco scritto metter significazione di molte parole, vengono usate con sommo vantaggio nella Chimica. Le lettere iniziali de' nomi latini degli elementi, servono ad indicarli insieme coi loro equivalenti. Unisco il Prospetto de' più importanti, distinguendo col carattere i più comuni negli studi agrologici (§ 2776), per conoscere in pari tempo anche i loro equivalenti, ponendoli per ordine alfabetico, onde più facile all'uopo il rinvenirli.

Nomi		Equivalenti per		
Italiani	Latini	Ossig. =100.	Idrog. =1.	Simboli.
Aluminio . .	*Aluminium* . . .	170,90	13,67	*Al*
Antimonio . .	*Stibium*	1612,90	129,03	*Sb*
Argento . .	*Argentum*	1350,00	108,00	*Ag*
Arsenico . . .	*Arsenicum*	937,50	75,00	*As*
Azoto (1) . .	*Azotum*	175,00	14,00	*Az*
Bario . . .	*Barium*	856,77	58,64	*Ba*
Boro	*Boron*	136,15	10,89	B
Calcio . . .	*Calcium*	250,00	20,00	*Ca*
Carbonio .	*Carbonium*	75,00	6,00	C
Cloro . . .	*Chlorum*	443,20	35.46	*Ch*
Ferro . . .	*Ferrum*	350,00	28,00	*Fe*
Fluore . . .	*Fluor*	233,43	18,83	F
Fosforo . .	*Phosphorus* . . .	400,00	32,00	P
Idrogeno .	*Hydrogenium* . .	12,50	1	H
Iodo . . .	*Iodum*	1586,00	126,88	I
Magnesio .	*Magnesium* . . .	151,33	12,11	*Mg*
Manganese .	*Manganesium* .	344,68	27,57	*Mn*
Mercurio .	*Hydrargirium* .	1250,00	100,00	*Hg*
Nichelio . . .	*Nicolum*	369,33	29,55	*Nl*
Oro	*Aurum*	2458,33	196,67	*Au*
Ossigeno .	*Oxygenium* . . .	101,00	8,00	O
Piombo . .	*Plumbum*	1294,50	103,56	*Pb*
Platino . . .	*Platinum*	1232,08	98,57	*Pt*
Potassio .	*Kalium*	489,30	39,14	K
Rame	*Cuprum*	396,60	31,73	*Cu*
Silicio . . .	*Silicium*	266,82	21,35	*Si*
Sodio . . .	*Natrum*	287,17	22,97	*Na*
Solfo . . .	*Sulphur*	200,00	16,00	S
Stagno . . .	*Stamnium*	735,29	58,82	*Sn*
Zinco . . .	*Zincum*	406,50	32,52	*Zn*

(1) È detto anche *Nitrogeno*, nel qual caso il suo simbolo è *Ni*. In latino *Azotus* esprime il nome di Azot, città della Palestina, ora *Alcette* (V. la nota seguente).

2801. Ho notato quel latino chimico (1) che s'è fatto dai Chimici; e per gli equivalenti ho adottato quelli designati dal PIRIA: ma le differenze gravissime ch'emergono raffrontando i Trattati di Chimica, dimostrano sempre l' incertezza de'loro numeri decimali, in questo caso estesa però anche agl'interi (2).

[8] Formole.

2802. **Espressioni.** Volendo adunque indicare la composizione dell'acqua nella quale entra un equivalente d'*idrogeno* ed uno d'*ossigeno*, il Chimico scrive HO: una quantità doppia e tripla si scrive 2HO, 3HO ecc. Se invece sia da indicare un composto di *carbonio*, il suo ossido, che consta di un *equivalente d'ossigeno* ed uno di *carbonio*, si scriverà CO; ma l'*acido carbonico*, che risulta dalla combinazione di un *equivalente di carbonio* con due d'*ossigeno*, scrivesi CO^2. Notisi adunque il valore delle cifre ossia numeri: quando scritti innanzi, valgono per coefficienti e come nelle moltipliche algebriche (§ 525 e 541) indicano la quantità presa tante volte quante sono le unità della cifra: invece segnati come esponenti (§ 526 e 541) indicano tante volte ripetuta la quantità cui sono applicati. Com'esprimerebbesi adunque l'*acido acetico* del § 2798? essendo 4 gli *equivalenti* del *carbonio* e 3 quelli tanto dell'*idrogeno* che dell'*ossigeno*, sarà $C^4H^3O^3$; che se fosse combinato coll'acqua, scriverebbesi $C^4H^3O^3 + HO$.

2803. **Equivalente di ossido metallico** si chiama la combinazione di un equivalente di *ossigeno* con uno di qualsiasi metallo.

2804. **Equivalente di acido** è quell'equivalente capace di *saturare* (§ 2007) una *base*. Così $C^4H^3O^3$ è in peso la quantità d'*acido acetico* che si può unire ad *equivalente di ossido metallico*, o ad un equivalente qualsisia per formare una *base*.

2805. Una **formola** è quell'*espressione* ad esempio $C^4H^3O^3$: se adunque m' avvenga incontrato di leggere per indicazione dell'

olio di mandorle amare . $C^{14}H^6O^2$
acido benzoico . . . . . $C^{14}H^6O^4$
etere . . . . C^4H^5O

(1) Non troverai nei Lessici latini, ad esempio, *aluminium*, nè *azotum* (V. nota prec.), nè *barium*, che veramente esprime BARIO città dell'Apulia, oggi BARI. Così *calcium*, mentre *calx* significa *calce*, e non il suo elemento o base il *calcio*: il *carbonio* dovrebbe dirsi *carbo*, che poi si confonderebbe con *carbone*, mentre qui deve esprimere *carbonio*. *Chlorus* significa *Cloro* fiume della Cilicia e via dicendo.

(2) Si raffrontino soltanto alcuni autori moderni. Troveremo l'*alluminio* 170,90, secondo il PIRIA, 171,166 secondo il BERZELIUS: *Argento* 1350 PIRIA, 1349 SELMI, 1351,607 BERZELIUS: *Azoto* 175 REGNAULT, 88,118 BERZELIUS: *Bario* 858 REGNAULT, 856 PIRIA, 856,880 BERZELIUS: *Calcio* 250 REGNAULT, 256,015 BERZELIUS: *Carbonio* 75 REGNAULT, 76,438 BERZELIUS: *Cloro* 443 REGNAULT, 221,336 BERZELIUS: *Ferro* 350 REGN., 339,205 BERZ.: *Fluore* 235 PIRIA, 239,8 REGN., 116,900 BERZ.: *Fosforo* 400 REGN., 196,143 BERZ.: *Idrogeno* 12,50 REGN., 6,239 BERZ.: *Iodo* 1586 PIRIA, 1578 REGN. 789,750 BERZ. ecc. ecc.

Per verità le differenze più spiccanti derivano dal considerare gli atomi sdoppiati: ma l'altre pure sono rilevanti, e quindi, ove si fondano i calcoli che poi ne derivano i Chimici? Il *silicio*, uno dei più importanti per la Chimica agraria, è 266.7 secondo il REGNAULT, e 277,312 secondo il BERZELIUS; lo *solfo* è pure secondo il BERZELIUS 201,165, il *mercurio* è posto dallo stesso a 1265,825 e via dicendo, lasciando al lettore il conchiudere.

io conosco subito che l'olio di mandorle amare si compone di 14 *equivalenti di carbonio*, 6 d'*idrogeno*, e 2 d'*ossigeno*, e così dicasi di tutti gli altri.

2806. Il **vantaggio delle formole** sarà di leggieri manifesto dalla relazione che prontamente vien fatto di scorgere ne' rapporti tra i numeri apposti a que' *simboli* o *sigle*. Da $C^{14}H^{6}O^{2}$ a $C^{14}H^{6}O^{4}$ non trovi altra differenza che di O^{2}: dunque se nel corpo rappresentato da quella prima formola si combinassero due altri equivalenti d'*ossigeno*, si tramuterebbe nell'altro che ha per formola $C^{14}H^{6}O^{4}$. Infatti l'*olio di mandorle amare* esposto all'aria ne riceve *ossigeno*, ed in *acido benzoico* tramutasi (1). Parimenti quell'*etere* $C^{4}H^{5}O$ è dissimile nella sua formola dall'*acido acetico* $C^{4}H^{3}O^{3}$ in quanto che ha due equivalenti d'*idrogeno* di più, e due d'*ossigeno* di meno. Ora l'*etere* nell'alcool assorbe dell'*ossigeno* e perde dell'*idrogeno*, quindi accade la surrogazione di O^{2} ad H^{2}, e come esprime la formola dell'acetico $C^{4}H^{3}O$, in quest'àcido si converte.

[9] Proporzioni chimiche.

2807. **Vuoto assoluto** esiste di necessità tra gli *atomi eterei*, ossia *enti* (§ 1953). Se poi facciasi anche astrazione dalla *sostanza eterea* interposta tra gli *atomi materiali*, rimane però indubitato: 1° che lo spazio *assoluto* occupato dagli *atomi materiali* è sempre eguale; 2° il maggiore o minore spazio occupato da un aggregato di atomi è proporzionale al vuoto maggiore o minore ch'è tra gli atomi medesimi. Mi spiego. Una libbra d'acqua occupa uno spazio A; ma se supponi che consti ad esempio di 10 mila àtomi, considerata la somma degli spazi occupati da ciascun atomo, avrai uno spazio complessivo eguale a B. Se quella libbra d'acqua si riduce in vapore, i suoi atomi sono 10 mila egualmente e non occupano altro spazio che B; ma quello A occupato da tutta la libbra d'acqua, in quello stato di vapore, sarà cresciuto 1700 volte.

2808. Questi **atomi** dell'acqua però non sono *semplici*, perchè *composti* d'*idrogeno* e d'*ossigeno*. Si può egli conghietturare che un *atomo* d'acqua consti d'uno soltanto d'*ossigeno*, e d'uno soltanto d'*idrogeno?* Stando al numero indicante gli *equivalenti*, ogni minimo atomo d'acqua sarà composto di 1 d'*idrogeno* ed 8 d'*ossigeno*, oppure di 12,5 d'*idrogeno* e 100 d'*ossigeno*? Senza entrare in troppo sottili disquisizioni dirò che il chimico considera l'acqua composta di due atomi; l'*ossido di carbonio* CO similmente, ma l'*acido carbonico* di tre perchè tanti n'esprime CO^{2}; cioè a dire il *carbonio* nella prima combibinazione sarebbe unito ad un atomo d'*ossigeno*, nella seconda a due. Il numero adunque portato dall'*equivalente* è soltanto una relazione di peso. Infatti chi ci assicura che quell'atomo d'*ossigeno*, cui diamo il numero 8 ovvero 100, o anche 50 (§ 2795), non possa veramente sdoppiarsi? (2)

2809. La **proporzione definita e costante** è quindi il solo dato,

---

(1) LIEBIG, Lett. IV.

(2) Anche dalla nota 2 al § 2801 si ha esempio del supposto sdoppiamento degli atomi. Infatti il BERZELIUS indicando a 88,818 l'equivalente dell'*azoto*, a 221,326 quello del *cloro*, avverte che l'atomo doppio del primo è 177,036, l'atomo doppio del secondo è 412,652 e così d'altri. *Traité de Chimie par* J. J. BERZELIUS. BRUXELLES, 1838. Tom. 1. pag. 87, 98 ecc.

certo, invariabile che la sperienza ha posto in grado di constatare. E qui pure mi spiego: in qualunque caso si analizzi acqua, si troverà sempre composta d'*idrogeno* e d'*ossigeno* che tra loro staranno nella proporzione di **1** ad **8**. Similmente il *cinabro* si rinverrà sempre composto di *solfo* e *mercurio* combinati nella proporzione di **13,79** a **86,20** (1), perchè se l'equivalente dello *solfo* (preso l'*idrogeno* = **1**) è **16**, quello del *mercurio* è **100**: se quello dello *solfo* (preso l'*ossigeno* = **100**) risulta **200**, quello del *mercurio* è **1250** (§ 2800) Infatti (trascurando i millesimi)

$$16 : 100 :: 200 : 1250 :: 13,79 : 86,20.$$

Il *cinabro* che contenesse quegli elementi in diverse proporzioni, sarebbe impuro.

2810. Proporzione multipla è quella che si verifica quando con un equivalente d'un corpo semplice se ne uniscono due, tre, ecc. d'altro elemento. Nelle quattro combinazioni dello *solfo* coll'*ossigeno* (§ 2781):

Iª	Acido	iposolforoso	$SO = 300$
IIª	»	solforoso	$SO^2 = 400$
IIIª	»	iposolforico	$S^2O^5 = 900$
IVª	»	solforico	$SO^3 = 900$

Si ha nella **1ª** un equivalente di *solfo* unito ad uno di *ossigeno*: quindi **200+100=300**; nella IIª una di *solfo* e due d'*ossigeno*, onde **200+200=400**; nella IIIª due di *solfo* e tre d'*ossigeno*, cioè **400+300=700**: nell'ultima una di *solfo* e tre d'*ossigeno*, cioè **200+300=500**. Ma si è pur trovato un acido *iposolforico monosolforato o tritionico* che avrebbe per formola S^3O^5 ed altri poco o nulla interessanti per l' industria, espressi con S^4O^5 e S^5O^5 che avrebbero i valori **600+500=1100**, **800+500=1300** e **1000+500=1500**, e noi veggiamo quindi in tutti la somma di numeri multipli degli equivalenti cui si riferiscono, ma nello stesso la prova che dobbiamo solo riguardare al rapporto de' numeri stessi e non mai al valore numerico della cifra assegnata. Tuttavolta noi possiamo sempre scorgere dal prefato esempio che supposto lo *solfo* costante, l'*ossigeno* cresce per multipli o submultipli del suo equivalente. Infatti possiamo ridurli a

$$SO = 200+100$$
$$SO^2 = 200+200$$
$$SO^{2\,1/2} = 200+250$$
$$SO^3 = 200+300$$

e sarebbe forse espressione più ovvia della combinazione che vuolsi indicare (2).

---

(1) Alcuni affermano il *cinabro* composto di 13 *solfo* e 87 *mercurio*: allora per la formola HgS l' equivalente del *mercurio* supera 1358, perchè 13 : 87 : : 200 : 1338,46.

(2) Una prova di quanto affermo si ha dalle stesse formole dei detti acidi. Infatti come il Chimico le colloca a proporzioni tra lo solfo e l'ossigeno, i numeri corrispondenti risultano tutt'altro che in ordine tra loro:

I.	Acido iposolforoso	$S^2O^2 = 200\times2+100\times2 = 600.$
II.	« iposolforico bisolforato .	$S^5O^5 = 200\times5+100\times5 = 1500.$

2811. Le **Induzioni analitiche** formano una delle più comode applicazioni della *legge delle proporzioni definite*. Ad esempio, l'analisi non giugne a determinare il numero degli equivalenti di *carbonio*, d'*idrogeno* e di *ossigeno* contenuti nella molecola di zucchero: parimenti il chimico non può guarentire l'esattezza della sua analisi di molte sostanze organiche, come la *salicina*, l'*amigdalina* ecc. Ma siccome lo zucchero si combina coll'*ossido di piombo*: si sdoppia colla fermentazione in *alcool* ed *acido carbonico*, corpi di cui son note le formole: d'altra parte la *salicina* si trasforma in zucchero e *saligenina*: l'*amigdalina* si decompone in *acido prussico*, essenza di mandorle amare e zucchero; conoscendo il peso del corpo incognito, il peso e le formole de' *prodotti* noti che ne derivano, se ne ricavano il numero e il rapporto degli elementi contenuti nel corpo incognito, e la formola cui poi si adattano i numeri risultanti dall'analisi! Questo modo d'investigazione tenuto dai Chimici e dal Liebig in ispecie per sicurissimo (1) ha i suoi pericoli, i suoi ostacoli, i suoi errori, ed in ispecie una ineluttabile mutabilità cui dee soggiacere quanto più l'analisi si perfeziona (2). Quindi poi le formole, acciò il dica, inventate o architettate, e tanto inesatte o fallaci, quanto sarebbe l'induzione che alcuno ricavasse dall'enunciata trasformazione dell'olio di mandorle amare in acido *benzoico*, cioè di $C^{14}H^6O^2$ in $C^{14}H^6O^4$ ottenuta mediante l'aggiunta di O^2 (§ 2805), riputando riconvertibile colla sottrazione di O^2 l'acido *benzoico* in olio di mandorle amare.

SEZIONE II.

Chimica Agraria della sostanza materiale.

2812. La **scorza terrestre**, quella sottile superficie della Terra cui possono giugnere l'umane investigazioni, per singolare supposito dei Chimici, sarebbe composta di soli 62 diversi elementi (§ 2774) i quali poi combinati tra

---

III.	Acido iposolforico bisolforato .	$S^4O^5=200\times4+100\times5=1300.$
IV.	» iposolforico monosolforato	$S^3O^5=200\times3+100\times5=1100.$
V.	» solforoso	$S\,O^2=200\times1+100\times2=\ 400.$
VI.	» iposolforico	$S^2O^5=200\times2+100\times5=\ 900.$
VII.	» solforico	$S\,O^3=200\times1+100\times3=\ 500.$

e forse i chimici dovranno adottare gli esponenti frazionarii (§ 2810) perchè la legge delle proporzioni definite è giusta, ma suppone la cognizione del primo termine il quale è una incognita. Altrimente se si vuol esprimere il fatto positivo conviene cambiare tutti i numeri degli equivalenti. Ad esempio il fatto positivo delle sette precedenti combinazioni sarebbe meglio espresso con due serie, l'una in cui resti il solfo costante, e l'altra in cui rimanga costante l'*ossigeno* (V. la seguente nota 2).

(1) *Connaissant le poids du corps inconnu, le poids des produits connus qui en résultent, et la formule de ces produits, on en déduit évidemment le nombre et les rapports des éléments contenus dans le corps inconnu etc.* Liebig loc. cit. Trentième Lettre.

(2) Si suppone l'acido *solforoso* formato da un equivalente di *solfo* e da uno di *ossigeno*, poi si trova un composto in cui uno e mezzo equivalente di *ossigeno* si combina con uno di *solfo*, e si ricorre al ripiego di fare la formola S^2O^3; così dicasi di S^4O^5 ecc. (V. nota 2 del § 2819).

loro formerebbero l'immensa varietà degli innumerevoli corpi che la costituiscono (1). Piante e animali sarebbero combinazioni di puri elementi materiali: tuttavolta distinguono una chimica *minerale* ed una *organica*, ed ora ci corre obbligo d'intrattenerci del subbietto della *minerale*. Sempre nell'aspetto generico, dirò quindi un cenno degli elementi spettanti alla *sostanza materiale*, di cui offerii l'indicazione tanto pei *simboli* che pegli *equivalenti*, ristrettivamente a quelli più essenziali a conoscersi dagli agronomi. Seguitando la separazione adottata dai Chimici, distinguo la SEZIONE in due ARTICOLI.

ART. I. **Metalloidi.**
ART. II. **Metalli.**

Cotesta distinzione offre (2) tuttavia eccezioni tali (§ 2775) che farebbero preferirne altra meno censurabile, e che ometto, sia per non buscarmi noiosa taccia di novatore, sia perchè troppe parole mi occorrebbero a dichiararne le ragioni.

Art. I. Metalloidi.

2813. Il **novero de' metalloidi** varia, come dissi, secondo la mente de' Chimici (§ 2775). Tutti però concordano in quelli che sembrano entrare nella composizione di quasi tutti i corpi noti. Il discorrere di ciascuno isolatamente de' *metalloidi*, riescirebbe più noievole e meno fruttuoso: perciò dirò mano a mano de' composti principali che formano cogli elementi successivamente descritti. Onde l'ordinamento che segue:

[1] **Ossigeno** = O.
[2] **Idrogeno** = H.
*Combinazioni dell'*OSSIGENO *coll'*IDROGENO
Acqua.

---

(1) Deridiamo gli antichi perchè non riconosceano che quattro elementi i quali per avventura esprimeano il concetto de' quattro stati diversi in cui si offrono i corpi, di questo modo:

Fuoco	Aria	Acqua	Terra
Imponderabili	*Aeriformi*	*Liquidi*	*Solidi*

e che giudicare di or 40 or 50, infine 62 corpi semplici destinati alla costruttura di tutti gli esseri materiali ed organici? Anche dal capitolo V del presente LIBRO è facile arguire che 62 elementi diversi possono disporsi in un numero infinito di combinazioni. Tuttavolta, benchè più stranaturale, terrei per più filosofico il concetto di concepire una sola specie di elementi *materiali* che combinandosi di mille guise con elementi eterei essi pure d'una sol fatta, e nelle composizioni organizzate con una sola specie di elementi organici, producessero l'infinita varietà de'corpi esistenti.

(2) .... *il est devenu très-difficile de préciser les caractères sur lesquels on fonde cette division* ...... *le mode de division est donc fondé sur des propriétés qui ne sont pas absolues* .... *aussi il est très-vague, et laisse-t-il dans l'incertitude etc.* REGNAULT, loc. cit. tom. 1, pag. 78.

[3] **Azoto** = Az.

*Combinazioni dell'*AZOTO *coll'*OSSIGENO

Aria.

*Combinazioni dell'*AZOTO *coll'* IDROGENO

Ammoniaca.

[4] **Solfo** = S.

Combinazioni dello SOLFO *coll'*OSSIGENO

*Dette coll'*IDROGENO

[5] **Carbonio** = C.

Combinazioni del CARBONIO *coll'*OSSIGENO

*Dette coll'*IDROGENO

*Dette coll'*AZOTO

Dette collo SOLFO

[6] **Cloro** = Cl.

[7] **Iodo** = I.

[8] **Fluore** = F.

[9] **Fosforo** = P.

[10] **Arsenico** = As.

[11] **Boro** = B.

[12] **Silicio** = Si.

2814. Nella CHIMICA AGRARIA non è d'uopo conoscere i caratteri tutti speciali a ciascuno de' corpi semplici, nè i modi di ricavarli dai composti, nè tutte le proprietà che li distinguono. Basta il conoscere quelle che hanno relazione colla scienza e coll'arte del coltivare. Per certe analogie ch'hanno tra loro i *metalloidi*, formerebbero, secondo alcuni Chimici 3, secondo altri 4 gruppi;

I.	II.	III.	IV.
Ossigeno	Cloro	Azoto	Carbonio
Idrogeno	*Bromo*	Fosforo	Boro
Solfo	Iodo	Arsenico	Silicio
Selenio	Fluore		
Tellurio			

Ho compreso in questi gruppi anche i metalloidi meno interessanti per l'agronomo, il quale troverà in seguito la ragione di cotesto aggruppamento desunto dal PIRIA (1) e diverso da quello del PAYEN (§ 2773).

2815. S'obbietterà: che importa a noi agricoltori la cognizione d'alcuni de' prenotati elementi, ad esempio del *cloro*, del *fluore*, del *fosforo*? Affinchè il leggitore non s'arrovelli innanzi tempo contro questi poveri cenni di Chimica Agraria, gli raccomanderò di avvertire alle gravi dubitazioni che ancor tengono

(1) PIRIA *Tratt. cit.* pag. 56. Questo chimico però non allonga l'*idrogeno* in verun gruppo, e colloca l'*antimonio* nel 3° gruppo de' *metalloidi*, mentre il REGNAULT lo ripone tra i metalli e nella classe del ferro, dell'oro, ecc! (REGNAULT, loc. cit. *doux. partie*, pag. 2). È bene avvertire che per questi gruppi ogni nuova scoperta chimica può fare l'officio della spada d'Alessandro.

divisi i pratici sull'impiego delle ossa nella loro applicazione alle varie specie di terreni e di piante. Volendo razionalmente conoscere della convenienza di usarne, sarà pur mestieri sapere quali elementi le ossa medesime possano ai terreni ed alle piante fornire. Or bene, ecco per quelle di bove, prive di ogni sorta di grascia e di membrana, quale dal BERZELIUS se ne offre l'analisi:

Fosfato di calce, con alquanto *floruro di calcio*	57,35
Cartilagine appieno solubile nell'acqua ecc. . . .	33,30
Carbonato di calce	3,85
Fosfato di magnesia	2,05
Soda con pochissimo *cloruro di sodio*	3,45
	100,00

Cioè, in una sola delle specie d'ingrassi più semplici è questione di *fosforo*, di *fluore*, di *cloro*. Che dire poi del guano? La Scienza Agrologica non può ammettere nel solo *azoto* la misura dell'efficacia de' concimi, e la ragione del maggiore o minore sviluppo delle piante coltivate: quindi l'evidente necessità di formarsi almeno un'idea di tutti gli altri elementi atti, e concorrenti allo scopo ultimo del coltivatore (1).

[1] L'Ossigeno O=100.

2816. Stato naturale. Immagina un sottilissimo gas, invisibile, perciò senza colore, sì *permanente*, che nè per pressione, nè per freddo qualunque s'è potuto mai togliere dal suo stato aeriforme: ritieni inoltre ch'entri a far parte di tutti i corpi minerali ed organici, componendo (unito all'*azoto*) nella proporzione di circa 21 per cento l'aria atmosferica, ed (unito all'*idrogeno*) in quella di 88 l'acqua (§ 2791): formando una quantità d'ossidi unito ai metalli, ed associandosi alle basi alcaline e terrose, e quindi alle sostanze minerali dei terreni: ed eccoti l'*ossigeno* (2).

2817. Proprietà. La sua densità, secondo il DUMAS e BOUSSINGAULT, è di 1105,7 considerando l'aria 1000. Si può sciogliere nell'acqua, ma soltanto

(1) Anche l'*analyse des matières qui servent à l'alimentation des hommes et des animaux, est à refaire si l'on veut en former des nouvelles tables qui représentent leurs quantités nutritives respectives. Seulement en reprenant ces analyses et en ayant égard aux observations qui précèdent il faudra encore ne pas perdre de vue; lorsqu'on cherchera à faire des classifications, que beaucoup de chimistes et de physiologistes pensent que la richesse en azote disponible n'est pas une mesure bien exacte des propriétés alimentaires des substances . . . . l'azote ne doit pas être la source unique de la nutrition.* VOELKER (V. L'*Agriculteur praticien de MM.* MALEPEYRE, G. HEUZÉ ecc. Avril 1851, pag. 217).

(2) Fu scoperto dal PRIESTLEY nel 1774: ebbe nome d'*aria deflogisticata, aria vitale*, finalmente di *ossigeno*, supponendo che solo avesse la proprietà di *generare* gli acidi. PAYEN, Précis de Chimie industrielle, PARIS 1849, pag. 17. Ma non si può negare all'ECK di SULZBACH di aver riconosciuto un gas da esso chiamato spirito che si unisce al mercurio, riconoscendone la prova in ciò che il *cinabro artificiale* (precipitato rosso, ossia biossido di mercurio) colla distillazione *sviluppa uno spirito*.

nella proporzione del 4 circa per 100 del di lei volume (1). Tra tutti i corpi semplici è il più *elettro-negativo*. La combinazione dell'*ossigeno* cogli altri corpi chiamasi *ossidazione*, ed avviene tanto accompagnata coi fenomeni di combustione quanto senza. Il ferro che arruginisce, realmente si *ossida*: è l'ossigeno dell'aria che con lui si combina (2). L'*indaco*, qual estraesi dalle piante, è senza colore: nel bagno in cui lo discioglie il tintore, la tela finchè vi è immersa, si mantiene scolorata; solo nell'atto di estrarla, al contatto dell'aria l'*ossigeno* le dà il colore dell'*indaco*. L'olio di noce, di lino, a poco a poco per l'azione dell'*ossigeno* s'addensano e solidificano. Oltre questi e molti altri analoghi fatti d'ossidazione senza produzione di calore o di luce percettibili ai nostri sensi, le più frequenti e comuni combinazioni dell'ossigeno accadono coi fenomeni di combustione. Anzi senza l'*ossigeno* non avviene la combustione viva del legno, della torba, delle ligniti, del carbon fossile: e i diversi composti liquidi, solidi e gaseiformi che servono a porger luce, non la sviluppano che nell'atto in cui abbruciano in parte coll'aiuto, e il contatto dell'ossigeno. Esso è poi indispensabile alla germinazione de' semi, ed alla respirazione degli animali.

2818. La **combustione** e la **respirazione** sono perciò i fenomeni più importanti che generalmente non si compiono senza l'*ossigeno*. Avvengono poi essi tanto più intensi, quanto più l'*ossigeno* è solo, e non unito all'*azoto* come nell'aria atmosferica: anzi quando è combinato coll'*idrogeno*, cioè quando forma l'acqua (§ 2791) serve piuttosto a spegnere il fuoco che a sostenerlo. La differenza della sua efficacia nel fenomeno della *combustione* serve a dimostrare se egli è solo, ovvero combinato od unito ad altri gas, come nell'aria. Accesa una candeluzza, se s'introduca in una fiala piena di gas *ossigeno* (fig. 734) arde con rapidità e vivissima luce: e se ritirata, si ammorzi in modo che le rimanga solo una piccola bragia accesa sulla punta dello stoppino, ravvivasi la fiamma con isplendore vivacissimo (3). Del suo esclusivo attributo d'*acidificare* s'è già detto nel § 2764 e non si può più ritenere come sua caratteristica proprietà per le ragioni che dirò nella V Sezione. Ma se il Lavoisier eccedeva considerando l'*ossigeno* quale unico principio *acidificatore*, il Davy mal s'apponea negandogli affatto tale proprietà (4).

Fig. 734.

---

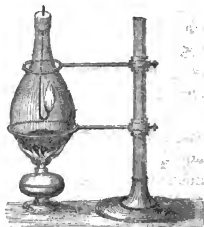
(1) Secondo il Payen solo il 3, 73 per cento: secondo il Sobrero il 4, 6. Man. cit. V. 1, pag. 79. Anche la densità varierebbe essendo indicata dal Sobrero per 1429.

(2) È singolare l'osservazione del Cardano sulla ruggine, negandone la derivazione dall'aria, *nam et sub terra ubi aër non est*, *corrumpuntur* (metalla) *et multo magis*; onde la vuole proveniente *ab humido aqueo*. Ivi *De Rer. Variet.* lib. iv. c. 16, pag. 157.

(3) Il Cardano riconosce in un gas (*flatus*) la facoltà di far rivivere la fiamma ne'corpi che presentano un punto in ignizione. H. Cardani Mediol. Medici *De rerum varietate*. Libri xvii. Basil. 1557. Lib. xii. cap. 40, p. 662 e 668.

(4) Contraddizione fra due sommi chimici, rilevata anche dal Dumas; ......*tandis que* Lavoisier *envisage l'oxygène comme le seul principe acidificateur*, Davy *lui refuse absolument cette propriété*. Dumas, Rapport sur un Mémoire de M. Gerhardt, etc. Compte Rendu de l'Acad. des Sciences Tome XXXVI, pag. 509.

2819. Preparazione. L'agronomo difficilmente avrà bisogno di far del l'*ossigeno*: tuttavolta dirò, tra i molti mezzi, uno de' più semplici. Ripetendo l'esperienza dell'ECK di SULZBACH del XV secolo (1) prendi *precipitato rosso* del commercio ch'è *biossido di mercurio* e scaldalo in un matraccio, con lampada a spirito: esso perde il suo bel colore, il vetro s'appanna, e dipoi si veggono goccioline di mercurio metallico. Introducendo nel tubo una candeluzza, come sopra s'è detto, il cui stoppino conservi un punto in ignizione, riaccendesi e brucia con fiamma assai più viva che non farebbe nell'aria. Questo facile sperimento, che anche la fig. 735 aiuta a comprendere, costa pochissimo (2). Ma potrebbe ricavarsi ossigeno anche a minor prezzo: infatti perchè nol sanno i Chimici estrarre economicamente dall'aria, giacchè forma un quinto del di lei volume? o dall'acqua in cui entra per un terzo pur del volume?

Fig. 735.

2820. Funzioni dell'**ossigeno.** Entra, come dissi, nella composizione delle piante e degli animali. In 1000 chilogrammi delle piante seguenti si trovano ad esempio

	Fieno	Pomi di terra	Frumento	Paglia di frumento	Avena	Paglia di avena
Ossigeno	chil. 387	chil. 447	chil. 434	chil. 389	chil. 367	chil. 390

Conviene avvertire però che s'intende il fieno disseccato a un mite calore, e così dicasi degli altri generi notati, nel qual caso allora que' numeri esprimono tanti chilogrammi d'*ossigeno* (3). Ma nello stesso tempo è l'ossigeno la causa della decomposizione di quasi tutte le combinazioni organiche. Può dirsi esso in continua azione nell'eterno movimento della vita che incessante si estingue, e rinasce. Tutti i fenomeni che si attribuiscono al contatto dell'aria, son dovuti a questo corpo elementare. Finchè l'esterno inviluppo dell'acino è intatto, il sugo dell'uva s'inspessisce, ma non si altera e può conservarsi indefinitamente: appena esposto all'aria, l'*ossigeno* della medesima esercita sulle parti costituenti del sugo mutamenti notevolissimi, fermentazione, ecc. Per eguale azione dell'*ossigeno* dell'aria il latte si rapprende, inacidisce ecc. Tagliate un pomo, una barbabietola, un pomo di terra, in pochi minuti la superficie posta a nudo col taglio, imbruna, e si altera perchè l'*ossigeno* dell'aria combinandosi con alcuna delle parti costituenti del loro succo, provoca modificazioni, movimenti intestini di molecole ecc. L'azione poi dell'*ossigeno* persevera nel disordinamento delle materie organiche sinchè n'ha compiuto la totale distruzione, o per meglio dire, decomposizione. Solo ne' luoghi in cui l'accesso dell'*ossigeno* atmosferico è

(1) V. HOEFER, loc. cit. tom. 1, pag. 447.
(2) Un chilo di precipitato rosso dà quasi 0,880 grammi di mercurio metallico.
(3) JOHNSTON, Élém. de Chim. Agricole, PARIS 1849, pag. 14.

limitato od affatto nullo, nelle torbiere ad esempio, nei giacimenti delle ligniti, s'incontrano gli avanzi di una vegetazione primitiva (1), così de' cadaveri animali tutto scompare ove penetra aria, e quindi ossigeno ; ad eccezione delle ossa, conchiglie ed altre simili parti minerali non atte a decomporsi.

2821. La **necessità dell'ossigeno** nella germinazione delle piante sembrerà per avventura dubitabile pei semi germoglianti nell'acqua come quelli del riso ecc. Ma ogni dubitazione si toglie, 1° col riflesso che l'acqua in istato naturale contiene sempre aria in soluzione, e quindi *ossigeno*: 2° coll'esperienza diretta del SAUSSURE di collocare semi sott'acqua stillata e affatto priva d'aria, ove, anzichè germogliare, putridiscono (2). Anche come uno de'due componenti dell'acqua (§ 2791) è pur l'*ossigeno* indispensabile al germogliamento. Semi da secoli riposti in recipienti od involti impenetrabili dall'aria e dall'acqua, e perciò esclusi dall'azione dell'*ossigeno*, si conservarono intatti, finchè rimessi al contatto dell'aria e dell'acqua, disvilupparono la virtù vegetativa. Del continuo svolgesi ossigeno dalla superficie terrestre, perchè del continuo acqua ne va vaporando e ricombinandosi nell'aria coll'idrogeno, ridiscende in acqua ad alimentare le piante.

2822. Le **combinazioni dell'ossigeno** coi diversi altri corpi semplici accennate nel § 2817 ecc., sono da studiare quando chiarite le loro proprietà. La generica investigazione sulle sue funzioni di somma rilevanza nei fenomeni della *combustione* e della *respirazione* (§ 2818) tornerà più acconcia nel parlare della chimica della *sostanza eterea*. Notiamo intanto l'*indole* di questo corpo, d'insignorirsi facilmente dei componenti degli altri, le cui combinazioni perciò distrugge formandone altre fornite di qualità energiche ed attive. Quando investe composti organici, il fa quasi sempre con iscapito della organicità loro. Ribelle agli umani tentativi di fargli mutare stato per virtù di pressione, o di bassa temperatura, ad onta della sua volatilità permanente spontaneo si apprende ad altri corpi per modo, che i composti *ossigenati* risultano quasi sempre i più fissi. I corpi più importanti per l'agronomo, in cui entra l'*ossigeno*, nel regno minerale sono

Ossigeno ed *idrogeno*=*Acqua*
Ossigeno ed *azoto*=*Aria*
Ossigeno e *carbonio*=*Acido carbonico*.

Nel primo caso l'*ossigeno* è in vera combinazione coll'*idrogeno*, nel terzo col *carbonio*, nel secondo è in semplice miscuglio coll'*azoto*. Tuttavolta è mestieri prima conoscere quest'ultimo corpo innanzi di parlar dell'*aria*, com'è indispensabile dire dell'*idrogeno* prima di trattare dell'*acqua*, quanto dello *solfo*

---

(1) LIEBIG. Lettera XV.
(2) Molto sottilmente indagò il CARRADORI l'azione dell'ossigeno nella germinazione, e rilevò che *l'aria vitale od ossigeno è necessario per il gran processo della germinazione, ma perchè si dia moto o principio a detta operazione non è necessario l'immediato contatto di esso, ma vi è necessario acciò si proseguisca, perchè il germe già animato o pianticella non può crescere, nè vegetare se non è in istato di godere dell'immediato influsso di questo fluido vitale.* CARRADORI, Memoria, ecc. Esperienze per determinare l'influenza dell'ossigeno sulla germinazione. Letta il 1° aprile 1801. ATTI della R. S. Econ. de' GEORGOFILI. FIRENZE 1804, pag. 327.

prima della combinazione dell'ossigeno collo solfo, cioè dell'*acido solforico* e via dicendo.

[2] Idrogeno H=12,5.

2823. Stato naturale. D'ordinario l'*idrogeno* (1) trovasi combinato coll'*ossigeno* per compor l'acqua (§ 2819). Decomponendo questa, separasi dall'*ossigeno* nello stato di gas non riducibile a liquidità per veruna pressione o temperatura. Allo stato puro non ha colore, nè odore, nè sapore. È tanto più leggiero di qualunque altro gas conosciuto, che tutti i corpi cui si unisce vengono apprezzati con *equivalenti*, i quali ponno considerarsi multipli dell'equivalente suo proprio, siccome appare dal Prospetto § 2801 nella colonna in cui l'*idrogeno* è posto =1 (2). Valutando il peso dell'aria 1000, quello dell'*idrogeno* è solo 68,8, cioè oltre 14 volte minore, ed è questa la proprietà per cui si adopera ne'globi aereostatici.

2824. Proprietà. In un recipiente pieno di gas idrogeno nè una candela può star accesa, nè un animale potrebbe vivere. Ma se vi si accosti una fiamma, egli abbrucia e scoppia. Nel che vuolsi avvertire che se in campanella piena di *gas idrogeno* (la quale tiensi capovolta perchè in causa della sua sopra avvertita leggerezza, il gas non isfugga) s' introduca la candeluzza accesa (fig. 736), questa si spegne ed il gas si accende ed abbrucia con fiamma che riaccende la candeluzza nell' atto di estrarla dalla campanella: ma in questo caso non accade scoppio perchè l'*idrogeno* è in contatto coll' ossigeno dell' ambiente aria atmosferica. Così abbrucia egli tranquillamente quando sotto forma di getto o zampillo viene acceso in contatto dell'aria. Invece se fosse misto colla medesima in un recipiente, e toccato da un corpo incandescente, arde, come s'è dichiarato, con esplosione. Se poi l'*idrogeno* fosse mischiato (non combinato) coll'*ossigeno*, avrebbe luogo una più violenta detonazione.

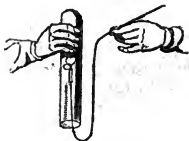



Fig. 736.

2825. Preparazione. Prendasi un *provino* o bicchiere a calice (fig. 757) e vi si pongano nel fondo pezzettini di *ferro*, o limatura di *zinco*. Vi si versi un po' d'olio di vitriolo (*acido solforico*) dilungato in doppia quantità d'acqua e coprasi il bicchiere per alquanti minuti. Se si accosti una candeluzza accesa accadrà un'esplosione.

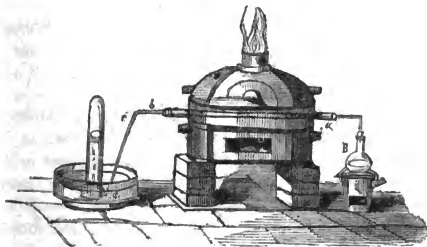
---

(1) Da *υδωρ acqua*, *γεννχω genero*.

(2) Fu noto al BOYLE, all'HALES, al MAJOW, al BŒRHAAVE, che il chiamarono *aria infiammabile*, finchè fu detto *idrogene* dopo le belle scoperte del CAVENDISH fatte nel 1766. PARACELSO (morto del 1541) avea osservata l'effervescenza prodotta dal versare acqua con olio di vitriolo in contatto col ferro: e sapea che disviluppavasi un'*aria* che si separava dall'acqua di cui era un elemento (*Schriften Paracels*. T. VI.) Egli avea dunque intraveduta l'esistenza dell'*idrogeno* (HOEFER loc, cit. 11, 16).

S'è detto che l'*idrogeno* entra per **11,1** a far parte dell'acqua; si potrà egli da questa ricavarlo? Naturalmente avendo modo di fissar l'*ossigeno*, altro de' componenti dell'acqua, staccandolo dall'*idrogeno*; s'otterrà questo, isolato. Infatti il chimico fa bollire acqua, per ridurla in vapore, entro una *storta*, dalla quale l'obbliga a passare per un pezzo di canna da fucile circondata da carboni accesi, e piena di limatura di ferro. In questo passaggio il vapore acqueo cede il suo *ossigeno* al ferro che lo fissa ossidandosi (§ **2817**) e l'*idrogeno* segue a passare, mercè il bagno *idropneumatico* (§ **2728**) entro una campanella in cui vien raccolto. La fig. **758** può apprendere questo processo a chi volesse sperimentarlo. Nel palloncino B è posta l'acqua a vaporare: *ab* è il tubo di ferro ripieno di torniatura dello stesso metallo, collocato in quel fornello chiamato *a riverbero*, congiunto in *b* col cannello adduttore *cd*, il quale pesca nel-

Fig. 737.

Fig. 738.

l'acqua, ma è ricurvo insinuandosi nell'apertura della campanella capovolta ripiena d'acqua. Scaldato a rosso vivo col fornello il tubo di ferro, si comincia a scaldare il palloncino, e se ne svolge il vapore, il cui *ossigeno*, come s'è detto, si fissa alla limatura di ferro; l'*idrogeno* passa per *c d* ed ascende nella campanella respingendone l'acqua, perchè tanto più leggero della medesima (1).

2826. Funzioni dell'idrogeno. La temperatura prodotta dalla combustione dell'*idrogeno* supera di gran lunga qualunque altra. Ponendo un mi-

(1) La preparazione dell'*idrogeno* ne' descritti modi attende ancora una soddisfacente spiegazione dai Chimici. L'attribuirla all'affinità dell'acido per l'ossido metallico, è assurda opinione quanto quella di altri, «i quali affermano l'acido solforico non servire ad altro che a disciogliere l'ossido di zinco a misura che si forma, ed a rinnovare il contatto tra l'acqua e il metallo». PIRIA, *Tratt. elem.* cit. pag. 60 in nota. Il PIRIA stesso poi ritiene che l'acido solforico forma coll'acqua una specie di sale in cui essa tien posto di base. Sia il ferro, sia lo zinco decompongono questo solfato d'acqua separandone l'*idrogeno*, e ponendosi a suo luogo: onde questi sviluppasi, mentre precipiterebbe al fondo se non fosse gasoso.

sceglio di un volume di *gas ossigeno*, e due di *gas idrogeno* in una vescica, cui sia aggiustato un tubo capillare, premendola, ne sorte uno spillo che acceso continua ad ardere ed ha virtù di fondere *platino*, *quarzo*, *allumina* ecc. Se quel getto si dirigga sopra un pezzo di *calce*, l'occhio non regge al suo abbagliante splendore. Oltrecchè poi l'*idrogeno* è d'eguale importanza dell'*ossigeno* nella qualità di costituente dell'acqua, come quello forma parte di tutti i corpi, eziandio vegetabili ed animali. In 1000 chilogrammi delle piante notate al § 2820 entrano

	Fieno	Pomi di terra	Frumento	Paglia di frumento	Avena	Paglia di avena
Idrogeno	chil. 50	chil. 58	chil. 50	chil. 53	chil. 54	chil. 64

Troverai poi quasi sempre, l'*idrogeno* unito all'*ossigeno* (nelle proporzioni in cui formasi l'acqua) costituire la trama delle cellule vegetali, l'epidermide delle piante e molti altri composti organici. I più forse contengono *idrogeno* in eccesso sull'*ossigeno* (1) come le materie *grasse*, le materie *legnose*, le *resine*, gli olii *essenziali*, la *cera*, la *mannite* ecc., e non poche basi, la *chinina*, la *morfina* ecc., le materie coloranti (2). Molti altri contengono *idrogeno* in egual dose che *ossigeno*: così nella composizione dello zucchero di canna trovansi ad esempio 11 equivalenti d'*ossigeno* ed 11 d'*idrogeno* ecc.: e questa eguaglianza rinviensi anche in alcuni acidi organici, come il *lattico*, l'*acetico* ecc. Ma si anticiperebbero nozioni da comprendere solo dopo l'esplicazione d'altre non poche.

2827. Le **combinazioni** dell'**idrogeno** hanno un carattere speciale in causa ch'esso è l'unico *metalloide elettro-positivo*. Verranno in acconcio le sue combinazioni col *carbonio*, ed anche coll'*azoto*, e si rileverà la di lui parte importante nella formazione dei composti gasosi sì terribili che svolgonsi nelle miniere e di quelli insalubri che sviluppansi nelle paludi, mentre poi la sua combinazione per formare l'*ammoniaca* o per comporre il gas illuminante arrecano tanto vantaggio, e diverranno in avvenire applicazioni d'un uso universale.

Combinazioni dell'Ossigeno coll' Idrogeno.

Acqua.

Protossido d'idrogeno (*ossido idrico*) $HO = 112,5$.

2828. Lo **stato naturale** dell'acqua s'è chiarito a sufficienza nella FISICA AGRARIA, § 2106 e nel presente CAPITOLO ai §§ 2791 e 2821. Ma realmente non s'incontra l'acqua in natura, composta solo d'*ossigeno* e d'*idrogeno*. Essa può considerarsi come lunga soluzione d'una infinità di sostanze materiali ed organiche, le quali talora rendono l'acqua più pregevole per gli usi

(1) Quest'eccesso s'intende sulla dose necessaria per la composizione dell'acqua.
(2) PAYEN. *Précis de Chim. industr. Deux. Partie Principes immédiats etc.* Edit. cit. pag. 311.

delle arti e della vita, tal'altra fiata la riducono disutile, sterilizzante, insalubre. Quindi sin dai tempi di TEOFRASTO, l'agricoltore seppe distinguere l'acque in *grasse* e in *magre*, indipendentemente dall'odore e dal sapore che le fanno volgarmente chiamare buone o cattive. L'acqua pura in piccole masse non ha colore, ma sotto considerevole altezza ha un'apparenza verdognola. De' suoi diversi stati *solido*, *liquido* ed *aeriforme*, s'è detto addietro quanto basta, come pure della *cristallizzazione* e della *vaporazione*.

2829. **Proprietà.** L'acqua è troppo nota per non ispendere altre parole a descriverne le proprietà (1). Due però principalmente dee avvertire l'agronomo:

1° Quella sua caratteristica qualità di *sciogliente* (2) quasi universale di tutte le sostanze organiche ed inorganiche. Gettando un pezzo di sale o di zucchero nell'acqua, tra breve scompare, cioè si divide minutissimamente, e spandesi uniformemente per la massa dell'acqua. Nel che dessa impiega più o minor tempo a seconda de' corpi diversi, ed alcuni anche non riesce a *sciogliere*. Ma sono così pochi, che in generale si può ritenere non pervenga mai acqua pura alle radici delle piante. Nel cadere dal cielo, l'acqua di pioggia spazzola di certa guisa, e trae con seco quel pulviscolo o limo atmosferico, oltre non poco *ossigeno*, *azoto*, ed *acido carbonico*; di poi penetrando nel suolo trova materiali da *sciogliere* e anche *disciogliere*; onde tutta si carica di sostanze gasose, terrose, saline, organiche, ecc. che arreca quasi sempre in vantaggio della vegetazione.

2° L'attitudine a scomporsi in *ossigeno* ed *idrogeno* non può alterarsi, e il fenomeno della sua scomposizione riproducesi nell' interno delle piante, durante la vita loro, ogni volta che assorbono acqua. Lo stesso accade negli animali. Se alcuna parte dell'organismo ha d'uopo d' *idrogeno* per la composizione di qualche sostanza che la medesima ha officio di elaborare, una parte dell'acqua è decomposta per ricavarne l' *idrogeno*, mentre l'*ossigeno* è rilasciato libero, ovvero impiegato in qualch' altro composto: del pari nel caso di bisogno d' *ossigeno*, questo vien'estratto dall'acqua, e l'*idrogeno* invece affrancato. L'acqua poi che rimane indecomposta, serve a *sciogliere* direttamente altri materiali delle alimentazioni e secrezioni animali e vegetali (3).

2830. Il **potere solvente** dell'acqua dopo le belle sperienze del CHEVREUL (4) si manifesta con tre risultamenti da tenere in conto pe' successivi studii agrologici.

I° La *soluzione* non offre mutamenti nella proporzione de' suoi principii immediati. Dei solidi possono assorbire i due principii immediati d'una *soluzione*, benchè vi sia affinità tra il solido e il corpo disciolto.

---

(1) Riguardata l'acqua per centinaia di secoli qual corpo semplice, scopriva pel primo il PRIESTLEY che, bruciando gas idrogeno in un pallone di vetro, le sue interne pareti coprivansi di goccioline a guisa di rugiada. Platone però avea detto: *l'acqua decomposta dal fuoco può divenire un corpo di fuoco o due corpi d'aria*, ŒUVRES DE PLATON trad. par. V. COUSIN, T. XII, pag. 162-168. La determinazione precisa della composizione dell'acqua mediante la combinazione dell'*ossigeno* coll'*idrogeno* si deve al LAVOISIER e venne definitivamente stabilita colla esperienza fatta il 24 giugno 1783 in presenza di molti membri dell'Accademia delle scienze di Parigi, producendo 19 grammi d'acqua mediante la combustione del gas *idrogeno* in grandi apparecchi. V. PIRIA loc. cit., pag. 130.

(2) Non è da confondere *sciogliente* con *dissolvente* (§. 2007).

(3) Questa opinione è pure del JOHNSTON, Elem. de Chim. Agric. Paris 1849, p. 26.

(4) CHEVREUL. *Recherches chimiques sur la teinture*. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXVI, pag. 983-985 (6 juin 1853).

II° La *soluzione* cede talora più acqua che materia disciolta al solido che v'è immerso: quest'effetto ha luogo ancorchè il solido abbia affinità per la materia disciolta.

III° La *soluzione* cede altre volte al solido più materia disciolta che acqua.

Ritenendo che un tessuto organico disfa una *soluzione* per appropriarsi uno de' suoi principii in proporzione maggiore dell'altro, si può spiegare come le radici delle piante immerse in *soluzioni* saline assorbano proporzionalmente più acqua che sali disciolti. Questo adempiono, a stima del CHEVREUL, soltanto per virtù chimica. Ma oltrecchè non è abbastanza distinto nei detti tre risultamenti lo stato di *dissoluzione* da quello di semplice *soluzione* (§ **2007**), nel V LIBRO si riassumerà la quistione, distinguendo la differenza di assorbimento che appunto rilevasi tra un organismo vivente, ed uno chimicamente ancora intatto, ma privo di vita.

Si aggiunga nel frattanto un altro riflesso sulle proprietà chimiche dell'acqua. Qualche acido, come il *carbonio* e il *solforoso* e più di tutti gl'*idracidi* (§ **2764**) si disviluppano senza unirsi all'acqua, limitandosi a *sciogliersi* in essa quando sono solubili, però senza produrre con essa composti stabili, distinti, definiti. Ma in generale gli acidi si manifestano così avidi dell'acqua, che risulta difficile o spesso impossibile ottenere acidi *anidri* (1). Quindi gli acidi organici non sono forse mai esenti d'acqua, benchè il GERHARDT n'abbia di recente ottenuti parecchi *anidri* (2). Lo che non distrugge quella naturale presenza del *protossido* acqua, ne' composti acidi.

2831. Preparare l'acqua è faccenda assai facile al chimico; in una fiala ripiena d' *idrogeno* adattasi un tubo sottile di vetro, affinchè ne sorta un piccolo getto che si accende (§ **2825**). Capovolgendo sulla fiammella un bicchiere freddo, le sue pareti ricopronsi di gocce d'acqua, la quale formasi durante la combustione dell' *idrogeno*. E perchè si forma tanto di questo modo all'aria aperta, come in atmosfera di puro *ossigeno*, quindi se ne deduce ulterior prova che l'acqua è un composto d'*idrogeno* e d'*ossigeno*.

Dell'altro modo di scomporre e compor l'acqua coll'intervento della elettricità s'è discorso al § **2793** e **94**. Ambo gli accennati mezzi presuppongono di avere alla mano *idrogeno* ed *ossigeno* che il chimico ha insegnato a ricavare appunto dall'acqua (§ **2825**). Il lettore sagace troverà di frequente cotale facilezza dei Chimici, quasi circolo vizioso di composizione e scomposizione. Gli è quanto se in un luogo si apprendesse di far l'oro ricavandolo da alquanti zecchini: e di poi con quell'oro in altro incontro s'insegnasse come i zecchini si fanno. È ovvio conchiudere che imparasi di questo modo a far cosa fatta: ma gli è un peccatuccio di circonvoluzione che non commettono poi sempre i perfetti chimici. Ad esempio, per compor l'acqua fanno passare, per insegnamento del BERZELIUS, *idrogeno* entro tubo ripieno d'ossido di rame che scaldano con accesi carboni. L' *idrogeno* toglie al rame l'*ossigeno* ch'avealo sì annerito e bruttato, e con esso in acqua tramutasi.

---

(1) *Anidro* significa privo affatto d'acqua.

(2) Compt Rend. de l'Acad. des Sciences, Tom. XXXVI, pag. 505 e seguenti (21 mars 1853).

2852. La **depurazione dell'acqua** è operazione chimica più importante per l'agronomo che la sua *preparazione*. Però si ottiene con molti mezzi. La grande cisterna nel palazzo de' Dogi in VENEZIA, si è rinvenuta coperta nel fondo di uno strato di ghiaia, ed a tutti è noto il vantaggioso uso della sabbia quarzosa per feltrare l'acqua che nel traversarla si spoglia d'ogni torbidezza (1). Ma di questo mezzo del feltrare ho pur detto al § 2756 : ove nol si potesse, per quantità limitate, da tempo antichissimo, i CINESI ci appresero di porre un cristallo d'alume nella giuntura d'un bambù, ed agitare vivamente l'acqua col medesimo alquanti minuti per renderla potabile (2). Basta adunque sciogliervi entro un pezzetto d'alume (una parte su 200 d'acqua), ed agitare qualche istante la soluzione giacchè le materie in sospenso s'agglomerano e precipitano sicchè l'acqua addivien chiara. Per accertarsi della purezza dell'acqua oltre la limpidità, dee pur offerirsi esente da qualunque *odore*. Qualità singolare che lo stesso TEOFRASTO non dubitò di assegnare come caratteristica de' corpi semplici (3). Tuttavolta l'acqua può avere aspetto di purezza e contenere principii insalubri, o dannosi alla vegetazione.

2853. Le **impurità** dell'acqua sono quindi dalla chimica, molto più che dai sensi, rivelate e determinate. Tralascio d'indicare come appunto ne seguano le distinzioni delle acque diverse, onde le *potabili*, le *minerali*, le *termali* ed altre qualità meglio acconce a conoscersi nel III LIBRO. Ora veggasi alcuno de' mezzi chimici da impiegare per liberarla da materiali che ne alterino la purezza.

I sali calcari la rendono inetta alla cottura de' legumi: aggiungasi *carbonato di soda o di potassa*, e la calce precipita al fondo lasciando l'acqua incapace d'indurire le sostanze organiche contenute ne' legumi. Quindi la pratica di preparar l'acqua, in cui s'hanno a cuocer fagiuoli, ceci ecc. tenendovi immerso un sacchetto di cenere: questa contiene *carbonato di potassa* che sciogliesi nell'acqua e precipita la calce allo stato di carbonato insolubile.

Calce in generale si contiene nell'acqua, in cui versando una soluzione d'*ossalato d'ammoniaca* producesi un precipitato bianco polveroso il qual'è *ossalato di calce.*

Solfati solubili contiene, quando il *nitrato di barite* vi produce un precipitato similmente bianco polveroso, ed insolubile negli acidi.

Cloruri solubili, se versandovi *nitrato d'argento* si ha un precipitato bianco che agitato rappigliasi in fiocchi, cala al fondo, ed alla luce si fa nereggiante.

---

(1) L'acqua torbida de' fiumi s'appura col riposo: ma non bastano d'ordinario dieci giorni di quiete perchè divenga appieno limpida, e in questo lungo intervallo l'acqua, comecchè pura, non può restare in riposo senza contrarre alterazioni che gl'insetti ed il polviglio organico volitante nell'atmosfera, cadendo di continuo nell'acqua, accelerano ed aggravano.

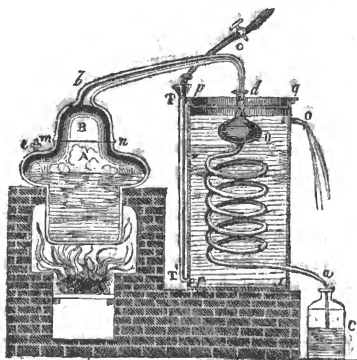
(2) PIRIA, *Tratt. Elem.* cit., pag. 121 in nota.

(3) Θεοφράττου περὶ οσμων. Lutet. 1556. L'odore, dic'egli, è dovuto alla volatilità de' corpi: i soli corpi in istato di combinazione possono colpire l'odorato; i corpi semplici sono inodori, τὰ ἁπλᾶ ἄοδμα.

Ma troppo a lungo condurrebbe il dire di tutte sorta d'impurità che l'acque ponno contenere: quelle in ispecie vicine a luoghi abitati, per la decomposizione di sostanze organiche abbondano di loro particelle, e di nitrati. In generale l'acqua che s'intorbida colla bollizione è poco pura, e per ottenerla tale ricorresi alla distillazione (§ 2758). Con questa rendesi *potabile* eziandio l'acqua del mare (§ 2758 in nota), avvertendo però che l'acqua stillata non tien più sciolti materiali salini, nè aria secondo i chimici (1); e sali ed aria concorrono a render l'acqua per uso di bevanda, migliore della stillata.

2834. L' **acqua di pioggia** e **di neve** sarebbe pura quanto la distillata, se non fosse ingombra di quel *polviglio* o *limo atmosferico* (§ **2859**) oltrecchè contiene *acido nitrico*, come si dirà più innanzi, formato dalle scariche elettriche durante le pioggie temporalesche, ed anche *nitrati d'ammoniaca* dipendenti da esalazioni ammoniacali prodotte dalla putrefazione di sostanze organiche sulla superficie terrestre. Ma riserberò al III LIBRO anzidetto altre molte nozioni sull'acqua importanti per l'agronomo; e cesserò le presenti, additando il processo chimico per istillarla, sapendo quante e quante contrade non ponno offerire al povero lavoratore un sorso d'acqua pura!

2835. La **distillazione** dell'acqua si opera dal chimico facendola bollire in una caldaia A (fig. **739**) detta *cucurbita*, disposta su focolare la cui fiamma la

Fig. 739.

investa e riscaldi uniformemente, e coperta con coperchio o *capitello* B che in *m n* le si sovrappone. Il vapore d'acqua, passando pel tubo *bc* impostato nella vôlta del *capitello*, penetra nel tubo a spirale *d a*, chiamato serpentino: è perciocchè questo trovisi immerso in cassa o vasca *pqr s* piena d'acqua fredda, il

(1) Io non credo che costantemente escludasi aria nella distillazione: il darne le ragioni richiederebbe troppo lungo sviluppo.

vapore si condensa e ritorna a liquidità, scolando per l'estremità *a* del serpentino, nella boccia *c*. A un angolo della vasca, quel tubo T T' mediante l'imbuto T riceve acqua dall'esterno, e la versa per l'orificio *p* nella vasca stessa per mantenerla sempre fredda; lo che avviene uscendo d'altra parte pel beccuccio O quella che soprammonta il suo livello in causa dell'addizione mantenuta dall'altro beccuccio *p* del tubo TT'. Tutto questo apparecchio, tanto l'*evaporatore* A. che il *condensatore p q r s*, costituisce il *lambicco.*

2836. Le **avvertenze** da non trasandare nella distillazione dell'acqua sono:

I° Non promuovere una bollizione tumultuosa; perchè gocciolette d'acqua impura verrebbero scagliate sino nel *serpentino.*

II° Gettar via la prima acqua stillata; perchè contiene i corpi più volatili di essa, trascinati coi primi vapori.

III° Nel replicar l'operazione, vuotare la *cucurbita* nettandola dalle materie lasciatevi dall'acqua; chè darebbero luogo, decomponendosi, a vapori ad esempio d'*acido cloridico* ecc. che si mescerebbero a quelli della distillazione successiva.

2837. Le **funzioni dell'acqua** si ponno comprendere dal riflesso che niun essere organizzato potrebbe vivere in un mezzo totalmente privo d'acqua (1). Tutti, animali e vegetali ne contengono essi medesimi una quantità indispensabile alla flessibilità e funzioni de' loro organi, ed all'assimilazione dei loro alimenti. Quella esistente negli organi molli degli animali, ne forma due terzi del peso; e i giovani organi delle piante in via di sviluppo, ne contengono sino gli 8 e 9 decimi del loro peso. Gli alberi adulti, quercie, faggi, olmi, carpini, pioppi, ne' loro tronchi voluminosi all'epoca dell'atterramento ne hanno dal 45 al 50 per 100 (2). Ma nel § 2106 ho detto a sufficienza delle proprietà più utili dell'acqua, e dovrò pur ridirne al III LIBRO. Noterò qui nondimeno che quando l'acque abbondano di *solfato e carbonato di calce*, producono incrostamenti, e ne vien danno alle piante otturandosi i pori delle loro barbicelle. Perciò torneranno molto acconce queste preliminari nozioni chimiche per investigare in quel III LIBRO i mezzi razionali ed economici onde migliorare certe acque d'irrigazione pregne di materiali nocivi allo sviluppo delle piante irrigate. Ad esempio, un paio d' ettolitri d'orina putrefatta basterebbero ad emendarne 100 di acqua riconosciuta di non buona qualità per l'irrigazione. Del resto chi ha letto i Classici antichi georgici (3) non dubiterà di riconoscere

---

(1) L'acqua è notissima per le applicazioni sperimentali ed industriali onde transmettere il calore sia per contatto, sia per la condensazione del suo vapore: per appurare, sciogliere, far cristallizzare col raffreddamento o l'evaporazione una folla di sostanze: per determinare assai reazioni chimiche, per entrare in moltissime combinazioni più o meno stabili. Talora fa l'officio di *base* cogli acidi molto energici, e talora quello d'*acido* con certi basici composti. Naturalmente, come ho già spiegato, questo prova ulteriormente che l'acqua si mostra con *positiva* o *negativa* elettricità, secondo la dose che a di lei confronto ne contiene il corpo con cui si combina.

(2) PAYEN, *Précis de Chim. industr.* Ediz. cit., pag. 29-30.

(3) *L'acqua è il principio di tutto : l'acqua ha prodotto tutte le cose: piante ed animali non sono che acqua condensata ed in acqua si risolveranno.* Tale era l' opinione di TALETE (ARISTOT. *Metaphys.* 1. c. 3. *De cœlo* 11. 13). Non citerò TEOFRASTO, nè CATONE, nè VARRONE, nè PALLADIO, nè CRESCENZIO ecc. Questo solo avvertirò ch'essi quasi tutti concordemente insistono sulla necessità delle acque potabili. Argomento poco

quanto sia necessaria all'agronomo l'intima, ch'è quanto dire chimica, cognizione dell'acqua.

Acqua ossigenata

Biossido d'idrogeno.

2838. L'**acqua ossigenata** (*surossido idrico*) s'ottiene combinando un equivalente d'*idrogeno* con due d'*ossigeno*. L'acqua comune è il *protossido d'idrogeno* H O=112,5; l'*acqua ossigenata* sarà il *biossido d'idrogeno* (§ 2779) cioè HO^2=12,5+200=212,5. Ho stimato convenevole dirne motto perchè il Thênard (1) giunse a sbiancare quadri dipinti a olio con semplice acqua in cui era disciolto *biossido d'idrogeno* nella limitatissima dose del 2 per cento del di lei volume. Quindi opina il Payen che potrebbe adoperarsi per lo imbianchimento di diverse sostanze vegetali; ma oltre il suo costo notevole, è anche pericoloso, perchè a soli 15 o 20 gradi di temperatura si decompone ed esala l'ossigeno alcune volte con esplosione.

[3] Azoto.

2839. Nello **stato naturale** l'*azoto* è un gas pesante poco meno dell'aria (::971: 1000) che non ha nè colore, nè odore, nè sapore, e vedi singularità meraviglievole, non avrebbe altra virtù che la sua *inerzia*! Così almeno vogliono i chimici (2). Tuttavia non si lascia condensare, non abbandona cioè la sua *gasosità* per qualunque siasi pressione, o grado ottenibile di freddo; avversa eziandio il disciogliersi, onde 200 litri d'acqua pervengono appena a scioglierne 5 litri; cioè 100 chilogr. d'acqua non ne sciolgono che 3 grammi. Corpo inerte e nullo ch'egli è, non può alimentare nè la combustione de' corpi, nè la respirazione degli animali, nè la vegetazione delle piante. Ogni corpo acceso in un' atmosfera di solo *azoto* si spegne; qualunque animale vi muore; qualsiasi vegetale vi campa per poco tempo la vita (3).

---

o nulla curato dagli odierni scrittori d'agrologia e d'agronomia, mentre stampano volumi sul fognare e sull'irrigare. Al saggio economo non isfugga il riflesso, che deve sommamente curare non solo la prospera vegetazione delle sue piante, ma la salute e buono stato delle sue famiglie coloniche, altrimenti ove crescono stentata vita o infermiccia, stentati e malissimo eseguiti riescon pure i campestri lavori, e quindi magre le rendite, e in deperimento i poderi.

(1) Questo chimico scoprì nel 1818 il detto composto di moltissima utilità per le analisi chimiche, procacciando agevolmente *ossigeno* allo stato, come chiamano, *nascente*. È rimarchevole il suo peso di 1,452, quasi metà più di quello dell'acqua comune.

(2) *Le gaz azote est surtout caractérisé par son inertie qui le fait résister etc.* Payen, *Précis de Chim. Industr.* Paris 1849, pag. 41.

(3) L'*azoto* fu scoperto nel 1773 dal botanico Rutherford di Edimburgo. Così il Piria loc. cit. pag. 87. Secondo il Dumas, il Priestley riconobbe l'esistenza dell'*azoto*, di poi quella del biossido d'*azoto*, ecc. *Lezioni di Filos. Chim.* Ediz. cit. pag. 103-104. A somiglianza dell'*ossigeno*, genera-ossidi, e gli Alemanni lo chiamano *nitrogeno*, genera-nitro. Alcuni chimici lo chiamarono anche *alcaligeno*, *settono*, *aria viziata*, *mofete atmosferica*. Secondo il Berzelius l'*azoto* non sarebbe forse un corpo semplice, ma un *ossido*, una combinazione dell'*ossigeno* con un principio ch'esso avrebbe chiamato *nitricium*. Ma egli stesso opinava che i fenomeni dipendenti dall'*ammoniaca* meglio vengono spiegati escludendo che l'*ossigeno* entri nella composizione del *nitrogeno* ossia dell'*azoto*. V. Berzelius *Traité de Chim.* Ediz. cit., tom. 1, pag. 88.

2840. Le **proprietà** dell'*azoto* con quell'inerzia perfetta, dovrebbero risultare pochissime o niune. Ma egli compone i quattro quinti, o più rigorosamente 0,79 di volume dell'aria. Se non fosse misto in sì alta dose coll'*ossigeno* componente quell'altro quinto dell'aria medesima, noi respirandola dovremmo in pochi istanti soccombere, perchè l'*ossigeno* solo, distrugge ogni animale o vegetale organismo. Vedremo che gli esseri animati respirando ritengono l'*ossigeno* ed espirano l'*acido carbonico*: gli esseri vegetanti per converso quello esalano, e l'*acido carbonico* ritengono. E l'*azoto* ch'è pur 0,79 dell'aria? che ne avviene? è trattenuto, è espirato? niuno ne sa, o almeno non ne tien conto: colpa della sua inerzia!

2841. **Preparazione.** Prendi venti grammi di sale ammoniaco con dieci di salnitro, l'uno e l'altro riduci in finissima polvere ed entro storta riponi, e riscaldala con lampada a spirito. Potrai raccogliere il gas che si disviluppa, col bagno (§ 2728) come rivela la figura 740. Ma per ottenerlo anco più fa-

Fig. 740.

cilmente ed avere una dimostrazione ch'esso compone in volume i quattro quinti dell'aria, accendi un pezzetto di *fosforo* sotto una campana di vetro capovolta ed immersa nell'acqua (fig. 741): il *fosforo* segue ad abbruciare finchè vi ha *ossigeno* in quel po' d'aria carcerata nella campana: a poco a poco illanguidisce e si spegne. Rimane allora nella campana unicamente *azolo*, e cimentandolo con un lumicino acceso (fig. 742), collo spegnersi, ne porge argomento

Fig. 741.

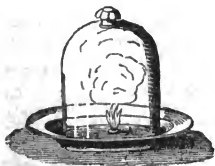



Fig. 742.

che confermasi eziandio ponendovi invece un uccelletto o una rana che poco stante soccombono.

2842. Le **combinazioni** dell'*azoto* sono moltissime ove si riguardino quelle con materiali d'origine organica; oltre a ciò poco stabili; anzi parecchi composti *azotati* scoppiano facilmente, perchè rapida troppo la loro decomposizione. Ne forma però de' tenacissimi, tra quali col *carbonio* compone il *cianogene* corpo che agisce a guisa de' corpi semplici, e lo stesso accade unendosi col *silicio* (1).

2843. Tra le **funzioni** più singolari di questo metalloide, si noti la sua presenza indispensabile nei corpi organici viventi. Hannovi sostanze organiche in cui è ancor dubbio se esista punto *azoto*: ma oltre gli animali, i vegetali eziandio ne contengono più o meno. Voglio dire, perchè non appaia nel mio pensiere contrapposizione, in tutti gli esseri organizzati havvi azoto, solo rimane dubbio se alcune sostanze che trovansi soltanto ne' corpi organici, e perciò diconsi organiche, come olii, grassi, ecc. sieno affatto prive d'*azoto* (2). È poi tanto utile alla nutrizione ed alla vegetazione, che i chimici desumono il valore degli alimenti e degl'ingrassi dalla proporzione d'*azoto* che contengono. Ecco adunque la sostanza avversante la vita (*a Z ώ η*) ed inerte per eccellenza, che nello stesso tempo è della vita elemento indispensabile, ed è atta a combinarsi con infinite varietà di sostanze organiche. Tutto spiegano egregiamente, dichiarando un essere nullo, una specie di zavorra, l'*azoto* naturale dell'aria atmosferica: esso per nulla aver che fare coll'*azoto* delle piante, degli animali, degli alimenti, de'concimi. Ma in altro luogo meglio chiarirò queste contraddizioni, e m'ingegnerò di argomentare quanto da due lustri ho proferito (3), cioè che l'aria non è composta di quattro quinti d'*azoto* per nulla.

---

(1) Altre combinazioni dell'*azoto* saranno investigate più innanzi. Anche nello studio di questo corpo la nomenclatura chimica non è appieno regolare. Le combinazioni dell'azoto coi corpi semplici sono veri *azoturi*: quindi l'*ammoniaca* è l'*azoturo d'idrogene*: il *cianogene* è l'*azoturo di carbonio*, del pari che havvi l'*azoturo di potassio*, quello di *sodio*, di *fosforo*. Invece gli *azotati* sono composti derivanti da combinazioni dell'*acido azotico* colle basi salificabili. Ma generalmente dicono l'*acido azotico, acido nitrico*, e così l'acido *nitroso* invece di *azotoso*, e i *nitrati* invece di *azotati*. Rimane poi sempre la grave quistione intorno la ingegnosa teoria del BERZELIUS, e la sua ipotesi dell'*ammonium*, la cui esistenza i chimici ritengono non dimostrata, e tuttavia ammettono come tale. Il supposito però del BERZELIUS (§ 2839 in nota) che l'*azoto* sia un *ossido* offrirebbe tal quale ragione del perchè l'*ossigeno* e l'*azoto* compongano l'aria, ma non allo stato di combinazione.

(2) Queste dubitazioni troveranno il loro risolvimento nella Sez. 111 del CAPITOLO, e più finitamente nel V e VI *Libro*. « Nei piccoli e delicati saggi del giardino e del « gabinetto le cagioni possono essere in parte isolate per determinare fino a un certo « punto gli effetti d'ognuna: le circostanze preparate a piacere: una parte degli acci- « denti impedita. Ma nel campo le cagioni agiscono promiscuamente in un tratto, le « circostanze son già sussistenti, e si celano talvolta alla perspicacia dell'osservatore: « gli accidenti variano senza interruzione ». LAMBRUSCHINI, Mem. intorno agl'ingrassi. *Continuaz. degli Atti dei Georgofili*, tom. III. pag. 70. FIRENZE, 1823.

(3) Mem. dell'Accad. delle Scienze di BOLOGNA, vol. I. Una delle ragioni per cui vorrebbesi escludere l'assimilazione diretta dall'*azoto atmosferico* è questa: *L'azote de l'air ne peut pas être rendu apte même par les actions chimiques les plus énergiques à se combiner avec aucun élément sauf avec l'oxigène.* LIEBIG, Chim. Organ. appliquée à la Physiologie végétale, etc. Chap. V. PARIS, 1841, pag. 72. Ma durante le pioggie temporalesche le scariche elettriche producono acido nitrico, il quale combinasi coll'ammoniaca formando quei nitrati d'ammoniaca di cui l'acque di pioggie procellose sono sensibilmente ricche. Tuttavolta quell'ammoniaca che non manca mai nell'aria (PIRIA, loc. cit., pag. 90), non vi si può formare nell'aria medesima, ovvero vi è dalla terra mandata, giacchè nell'aria l'*ammoniaca « se renouvelle constamment par l'effet de la décomposition des matières animales et végétales?* (LIEBIG, loc. cit., pag. 78).

Combinazioni dell'Azoto coll'Ossigeno.

Aria.

2844. Lo **studio dell'aria** ha sì grave importanza per l'agronomo, che v'ho destinato specialmente il LIBRO II. Ivi de' fenomeni ed effetti da lei dipendenti: ora soltanto della sua chimica essenza. Quattro volumi d'*azoto* ed uno d'*ossigeno*, ecco l'aria atmosferica del chimico, salvo una minima porzione di acido *carbonico*. Ed invece l'*aria* è il mare di tutto ciò che pesa quanto o meno di lei; come il mare è il serbatoio ultimo di tutti i liquidi terrestri, così l'aria atmosferica è quello, per così dire, di tutte le arie, di tutti i corpi aeriformi. Nè conoscendosi omai più corpi irreducibili allo stato di gas, dappoichè si pervenne a volatilizzare il diamante, ne consegue potersi e doversi forse trovare nell'aria qualunque specie di corpi. Gli scontri violenti, o subitaneo slancio dell'elettrico, l'evaporazione, la fermentazione, la respirazione e l'esalazioni vegetali o animali, la combustione, le combinazioni chimiche, i diversi fenomeni vulcanici, e cento altre cause generano o meglio disviluppano gas e vapori, che incessantemente nell'aria si riversano. Diguisachè, se l'aria atmosferica fosse pure unicamente composta di due o tre sostanze materiali, quale se il crede il chimico, quale invece dee considerarla l'agronomo, cioè nello stato in cui serve alle funzioni della vita vegetale o animale, non può farsi astrazione dall'idea sopra enunciata di un vero mare di fluidi aeriformi (1). Si opporrà contro questi riflessi, altro intendersi per aria altro per atmosfera: a quest'ultima doversi solo applicare quella comparazione ad un mare di arie. L'agronomo nondimeno intenderà che l'aria comune, la quale in realtà forma l'atmosfera, si compone della moltiplicità di sostanze accennata, sieno desse in combinazione, in soluzione, in adesione, o in miscuglio come più sotto è da chiarire.

2845. Il **condensamento dell'aria** (come quello di tutti i gas) merita un riflesso comecchè proprietà meglio fisica che chimica. Una particella d'aria per la sola compressione meccanica può ridursi ad occupare soltanto uno spazio mille volte più piccolo. Onde il LIEBIG paragona la sua massa di confronto colla superficie di un corpo solido, alla proporzione che ha un granello di midolla di sambuco con una montagna. Del che meglio nel LIBRO seguente. La *pressione* però cui soggiacciono gli strati atmosferici (e di cui nel CAPITOLO della FISICA AGRARIA) ha un valore per l'agronomo rispetto alla differenza che ne consegue pegli esseri organici, dal vivere nelle profonde vallate ovvero nelle più elevate cime dei monti. Oltracciò per cause accidentali, l'aria, per volgare espressione, si fa *pesante* e la salute degli animali ne soffre, mentre ne risente pregiudizio il vegetale quando troppo rarefatta o leggera addiviene. Ma limitiamoci alle qualità chimiche della medesima, senza insistere di nuovo sulla ne-

---

(1) Diverse specie di gas, oltre i tre notati, sali, particelle terree, avanzi e spoglie vegetali e animali in parte anche modificati e noti sotto nome di *miasmi*, dell'*ammoniaca*, dell'*acido nitrico*, un principio idrogenato di natura ancora indeterminata, del *iodo* ecc. sono tutte sostanze la cui esistenza nel mare atmosferico viene ad ogni passo riconosciuta dai Chimici.

cessità del *barometro* (§ 2243) il quale, avvegnachè non immancabilmente prenuncii il bel tempo o il cattivo, col montare però quasi sempre nota il passaggio del tempo piovoso al sereno, e viceversa col discendere la probabilità di vicina pioggia o procella.

2846. **L'analisi chimica dell'aria** vi trova 79 volumi d'*azoto* e 21 d'*ossigeno* (1). Corrispondendo a 100 volumi d'*aria*, non vi sarebbe adunque un centesimo d'aggiunto nè di perduto. Ho detto più sopra (§ 2059) qualche volta il volume totale di due liquidi mescolati, come spirito di vino ed acqua, riuscir minore della somma de' loro due volumi separati. Or chi ne assicura che 79 volumi d'*azoto*, e 21 d'*ossigeno* mischiati insieme non formino un volume minore di 100? Ciò che avviene de' liquidi potrebbe non accadere degli aeriformi ne' quali son tanto maggiori gl'interstizi (§ 1955) tra le loro molecole materiali? Ma si oppone la estimazione del peso la quale essendo 23,01 d'*ossigeno*, e 76,99 d'*azoto* raccapezza per filo e per segno le cento centesime parti di qualsisia quantità d'aria esplorata. Sulla quale estimazione di peso rispetto all'*ossigeno*, ho dubbi che sarebbe qui lungo e superfluo discutere. Basti per ora avere stabilito questo dato della moltiplicità di sostanze componenti l'aria atmosferica. Ma per comprendere di qualche modo il suo intervento nelle principali funzioni degli esseri organici, giova un cenno de' modi d'azione esercitati dai più noti e considerevoli di lei componenti, dir cioè I° dell'*azoto*; II° dell'*ossigeno*; III° dell'*acido carbonico*; IV° del *vapor d'acqua*; e V° del *polviglio o limo atmosferico*.

2847. La quale **costituzione** può l'agronomo verificarla all'indigrosso, agevolmente. I. Il *fosforo*, il *solfo*, il *carbone* bruciano nell'aria, ed egualmente o meglio nell'*ossigeno* puro: dunque nell'aria havvi *ossigeno* (§ 2816). II. Ma se si abbrucia *fosforo* in recipiente chiuso, dopo alcun tempo cessa di ardere, benchè non sia tutta consumata l'aria di quel recipiente: coll'*ossigeno* havvi dunque nell'aria un altro gas improprio alla combustione, ed è l'*azoto* (§ 2839). III. Esponi all'aria acqua di calce ben limpida, vedrai prodursi alla sua superficie una pellicola bianchiccia: se la togli, altra la sostituisce finchè l'acqua rimane quasi affatto priva di calce. Ora quella crosta è *carbonato di calce*, ossia *acido carbonico* unito alla *calce*: questa era sciolta nell'acqua, ma quell'*acido carbonico* evidentemente se l'è appropriato dall'aria. IV. Ponendo un miscuglio frigorifico di ghiaccio e sale entro un bicchiere, la di lui esterna superficie si copre di rugiada: e questa non è che *vapor d'acqua* esistente nell'aria che al contatto della fredda parete del vaso ha dovuto liquidarsi. V. Che poi l'aria sia veicolo e stanza d'infiniti corpicciuoli, te ne avverte il raggio di Sole che accogli nella tua camera, oltre tutti gli altri minimi corpuscoli che invisibili ad occhio nudo rimangono.

2848. Queste **cinque specie di componenti** fanno comprendere che

---

(1) Per maggior esattezza riferirò le conchiusioni del REGNAULT...... *l'air de notre atmosphère présente généralement des variations de composition sensibles, quoique tres-faibles, car la quantité d'*oxigène *ne varie généralement que de* 20,9 *à* 21 *; mais que dans certain cas qui paraissent plus fréquents dans les pays chauds, la proportion d'*oxygène *descende jusqu'à* 20,3. REGNAULT, Rech. sur la composit. de l'air atmosph. Compt. R. de l'Acad. des Sc., Tom. XXXIV, pag. 871.

l'atmosfera a simiglianza del mare ha sostanze in combinazione vera ed altre in semplice mescolanza (1). Quelle seguono il loro carattere, cioè vi si mantengono in proporzioni costanti, definite (§ 2808); queste variano a seconda delle stagioni, de' tempi, de' luoghi, e danno ragione delle differenze che le analisi manifestano, in ispecie quelle dell'aria presa alla superficie del mare.

2849. I. Azoto atmosferico. La pretesa inerzia dell'*azoto* che ho combattuta in genere, crolla eziandio di altre guise (2). Convengono infatti i Chimici che se l'*azoto* si trovi in presenza di *ossigeno*, o d'*idrogeno* allo stato nascente, possa convertirsi in *acido nitrico* nel primo caso, ed in *ammoniaca* nel secondo. Ora in quale stato vien l'aria a ridursi quando sotto l'influenza della luce, aspirata dalle piante? Ritengono esse il *carbonio* dell'*acido carbonico*, e il suo *ossigeno* n'esalano. Il quale viene egli espirato puro, o con l'altro *ossigeno* ed *azoto* cui l'*acido carbonico* era unito nell'aria? Intanto havvi *ossigeno* allo stato nascente, quello cioè che disviluppasi dal *carbonio* con cui formava l'*acido carbonico*: ora essendovi *azoto* in presenza perchè non avrebbe a comporsene *acido nitrico*? Nel mirabile processo dell'economia animale è inverosimile che non iscompongasi acqua; quindi porzioni libere d'*idrogeno*, e questo adunque allo stato nascente: perchè l'*azoto* non potrebbe con esso comporsi in *ammoniaca*? Dissi *acido nitrico* ed *ammoniaca* perchè l'*azoto* che i Chimici trovano nelle piante, vogliono che da que' due corpi l'assumano e non direttamente dall'aria. Pur pure cominciano ad ammettere che l'organismo vegetale abbia facoltà di assimilarsi l'*azoto* dell'aria salvochè sia disciolto nell'acqua (3). Ma, il ripeto, in acconcio luogo altri riflessi e le sperienze del Ville (4), del Cloez e Gratiolet ne dimostreranno che se le piante possono giovarsi dello *azoto* traendolo da que' composti o soluzioni, similmente si valgono di quello costituente per quattro quinti l'aria atmosferica.

2850. Dove ho pur da notare la singolarità dei Chimici i quali pretendono che nell'aria esista in virtù di semplice miscuglio, non mai di vera combinazione coll'*ossigeno*. Ma da tante e tante chimiche investigazioni risultò dovunque, in ogni tempo, e per qualunque grande o piccola porzione d'aria esaminata, costantemente eguale il rapporto in volume tra l'*ossigeno* e l'*azoto*. Il carattere distintivo de' miscugli è appunto la mutabilità di proporzioni tra i suoi componenti: quello invece speciale alle combinazioni, se ha pur valore la teorica delle proporzioni definite (§ 2808), è l'accennata invariabilità quale appunto si rileva ne' due prefati elementi dell'aria. D'altronde conviene ammettere l'aria in moto del continuo: ma se si trattasse di semplice miscuglio pesando l'*ossigeno* 1,429 e l'*azoto* 1,236, potrebbe accadere alcuna volta si trovasse alla superficie terre-

---

(1) Il Prout, il Dobereiner, il Tompson ed altri consideravano l'aria come un vero corpo composto chimico; il Dalton, il Babinet ecc. come un semplice miscuglio in cui l'*ossigeno* scemava in ragione dell'altezza. Il Dumas, il Boussingault respinsero ambedue le ipotesi. Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tom. XII, pag. 1004.

(2) Riponendo sale *ammoniaco* in una fiala, se ne svolge col calore *idrogeno* ed *azoto*: nel loro passaggio per un tubo ripieno di *cloro*, vi è trattenuto l'*idrogeno* e l'*azoto* attraversando un tubo pieno di *joduro di potassio* immerso in carboni accesi, caccia via l'*iodo*, e compone un *azoturo di potassio*.

(3) *Des recherches récentes semblent prouver que l'azote de l'air dissous dans l'eau ou amené sur le sol avec l'humidité de l'atmosphère peut-être assimilé par l'organisme végétal.* Payen et Richard, loc. cit. Tom. I, pag. 7 in nota.

(4) *Compt. Rend. de* l'Acad. des Sciences, 4 Novembre 1850.

stre *ossigeno* abbastanza privo d'*azoto*, per distruggere qualunque organismo, quantunque la forza d'impulsione della sostanza eterea in disegual quantità interposta fra le molecole, o atomi de' due gas tendesse di poi a rinnovarne poco a poco il miscuglio.

2851. Non **essenziale l'azoto** alle piante fu per lunga pezza quasi universale opinione: ma dappoichè si rinvenne nella composizione di tutti i vegetali, e in maggior proporzione quanto più rigogliosi: dappoichè si constatò l'influenza della presenza nel suolo di principii azotati pel felice e compiuto sviluppo della vegetazione, fu giuocoforza riporre l'*azoto* tra le sostanze essenziali alla medesima. Ma nel parlare poco stante dell'*ammoniaca* dovrà venire a taglio qualch'altro cenno dell'*azoto atmosferico*.

2852. II. Dell'**ossigeno** ho detto a bastante. Aggiugnerò il calcolo del Dumas, il quale ammette per supposito che mille milioni d'uomini viventi sulla Terra, in un secolo non perverrebbero a consumare, o appropriarsi altrettanto ossigeno quanto eguagliasse il peso di 15, o 16 cubi di rame che avessero per lato la lunghezza di un chilometro. A stima di lui l'atmosfera rappresenta 134 mila di cotali cubi; occorrebbero adunque 134 mila secoli a mille milioni d'uomini per consumar tutto l'*ossigeno* dell'aria, e sempreché non avvenisse eguale disviluppo e versamento d'*ossigeno*, quale si effettua dall'infinito popolo dei vegetabili. Calcolo per avventura ipotetico, ma sufficiente per dimostrare che l'alterazione dell'aria nè pure riuscirebbe sensibile anche dopo buon numero di secoli, e nel caso eziandio che la natura cessasse per tanti altri mezzi di compensare l'alterazione medesima. Del resto l'agronomo non perderà il tempo in calcoli simiglianti, nè per l'*ossigeno* nè per l'*azoto* nè per alcun altro elemento di sostanza materiale, rammentando (§ 2037) che la *materia è incorrottibile*, e gli *atomi tutti immutevoli*, *inalterabili*, *eterni*. Rigorosamente parlando non havvi nè produzione nè consumo degli elementi ultimi componenti le varie sostanze nel Capitolo della Fisica Agraria classificate.

2853. L'importante a sapere dall'agronomo è il fatto positivamente dimostrato che la vita delle piante e degli animali non può esistere in un'aria priva d'*ossigeno*, egualmente che in quella unicamente di *ossigeno puro* composta. Ammessa poi quell'anzidetta incorrottibilità della sostanza materiale, non si esclude la mutabilità di disposizione, o di collocazione, per così dire, de' suoi atomi. Senza consumarsi nè l'*ossigeno*, nè l'*azoto*, nè l'*acido carbonico* atmosferici, quando in ispecie fossero accozzati nell'aria in via di semplice miscuglio (§ 2850) potrebbero variare le proporzioni loro da nuocere capitalmente alla natura organica, e nella Sezione IV altre prove.

2854. III. L' **acido carbonico** non si troverebbe nell'aria che in ragione di 4, ovvero 5 parti su 10 mila d'aria. Il Saussure nondimeno (sempre su 10 mila volumi d'aria) ne rinveniva d'*acido carbonico* 4,79 in inverno, e 7,15 in estate. Il Lewy ne trovò sino a 47,00 nell'aria di S. Fe-de-Bogota in agosto e settembre. Riparlerò di quest'acido nel far motto del *carbonio*, segnalando intanto le ingegnose ricerche del Saussure, il quale dimostrò variare la dose d'*acido carbonico* nell'aria secondo che il suolo è umido o asciutto, e questo impadronirsene nel primo caso, lasciandolo sfuggire nell'altro: crescerne la proporzione nella notte più che nel giorno, mostrarsene più ricchi gli strati più

alti dell'aria, più scarseggiarne gl' inferiori; queste differenze collegarsi con quelle offerte dai fenomeni elettrici (1). L'aumento del medesimo *acido* nell'aria, favorire lo sviluppo della vegetazione (2). Da sperienze del MÈNE si riferma poi che la quantità di quest'*acido* trovasi nell'aria, notevolmente maggiore negli strati presso la superficie del suolo.

2855. Le piante cessano di esistere in un'aria priva d'*ossigeno* (§ 2853). Del pari ponendo calce viva in un recipiente chiuso in cui vegeti una pianta, l'aria vien privata d'*acido carbonico* assorbito dalla calce, e sotto l'azione della luce, la pianta medesima appena continuerà a vivere in quel recipiente per qualche giorno. Eziandio immergendo le sue radici in acqua distillata, senza che possa ricevere dal suolo *acido carbonico*, invizzisce, e tra breve si muore. Ecco adunque due fatti che dimostrano il sussidio o concorso vicendevole dell'*acido carbonico* dell'aria, e di quello del terreno. Quello è recato dalle foglie, e questo dalle radici. Ma l'esperienza del DUHAMEL (3) vale a stabilire l'importanza dell'*acido carbonico del suolo*, conciossiachè per quasi tutte le piante (4), quello dell'aria non gli basti. Se però il DUHAMEL constatò il deperimento delle piante viventi col solo soccorso d'acqua distillata, vuolsi eziandio riconoscere da ciò il beneficio dell'*acido carbonico atmosferico* che non per la sola via delle foglie soccorre alla vegetazione, ma insieme per quella delle radici cui è recato dall'acque di pioggia.

2856. La **quantità d'acido carbonico** che rende l'aria irrespirabile vuolsi ascendere al 10 per cento: ma in misura anco minore, riesce pericolosa e nociva. Noti l'agronomo che l'uomo converte in *acido carbonico* da 750 ad 850 litri d'*ossigeno* in 24 ore: un cavallo, un bue producono circa 5200 litri d'*acido carbonico* in egual tempo. Quello adunque ha bisogno di 6 a 10 metri cubici d'aria per ora, questi di 18 a 20. Laonde nella costruzione degli edificii rurali sarà da tener conto della necessaria capacità degli ambienti e delle stalle perchè dimorandovisi 8 o 10 ore a porte chiuse, come nelle notti d'inverno incautamente si suole, l'aria non rimanga impregnata d'*acido carbonico* in quantità perniciosa. Altre nozioni sull'*acido carbonico* troverannosi più sotto nello studio de' composti ov' entra il *carbonio*.

2857. IV. Il **vapore d'acqua** contenuto nell'aria si rileva all'incirca coll'igrometro, o col confronto di termometri a bulbo bagnato ed a bulbo asciutto nel modo da chiarire pel LIBRO seguente. D'ordinario è al suo *minimo* nel levar del Sole, e raggiugne il *massimo* dopo il mezzodì nell'inverno, e prima del mezzodì nella state: è però sempre alquanto maggiore la sera che nel mattino (5). Del resto quanto potrei aggiugnere su questo subbietto trova più acconcio luogo nel citato LIBRO. Notisi intanto che in un' atmosfera affatto secca,

---

(1) Bibl. Univ. de GENÈVE. Tom. 44, pag. 25 ecc.
(2) TH. DE SAUSSURE. Rech. sur la végétation, pag. 29 ecc. Nel LIBRO V si noterà come la vegetazione si giovi della presenza del *gas acido carbonico* nella proporzione di 8 parti su 1000 d'aria, vale a dire 80 volte maggiore dell'ordinaria dose esistente nell'aria medesima.
(3) Mém. de l'ACAD. DES SCIENCES, 1748. Allevò egli durante tre anni de' castagni nell'acqua distillata, e appena sopravvissero a malo stento.
(4) Nel V LIBRO, le ragioni per cui faccio eccezione di alcune piante.
(5) KAEMTZ, *Météorol.*, pag. 80.

le piante non potrebbero vivere. Egli si pare che nell'aria *idrogeno* libero non esista: ora si rivela quest'elemento nella composizione del legno, unito al carbonio; di più entra in una folla di tessuti e *prodotti* vegetali; tutto adunque avvalora il conghietturare che le piante il possano unicamente ricattare nella decomposizione dell'acqua e del *vapore acqueo*. Si noti eziandio che un metro cubico d'aria (sotto la pressione di 0,760 millimetri) a temperatura zero ne può contenere litri 4,35, ossia in peso grammi 5,66: invece a +20 gradi potrà ritenerne oltre 14 litri, cioè più di 18 grammi (1). Non si paia adunque un paradosso che l'aria calda contenga più *vapor acqueo* della fredda. Se poi vogliasi comprendere l'importanza del *vapor acqueo* nell'atmosfera prescindendo dai benefìcii ch'arreca convertendosi in pioggia, questo s'abbia per fermo che nell'aria perfettamente secca non accadrebbe quasi veruna combinazione chimica: la calce non assorbirebbe *acido carbonico*, il ferro non arrugginerebbe: le foglie non potrebbero assorbire nè *acido carbonico* nè *azoto*: l'*ossigeno* mal potrebbe penetrare ne' polmoni: in somma vuolsi conchiudere col MALAGUTI che l'esistenza delle piante e degli animali è subordinanta all'esistenza dell'umidità nell'aria.

2858. **L'acqua di pioggia** contiene di necessità principii che raccoglie cadendo e attraversando l'*aria atmosferica*. Giovi all'agronomo per norma generica il conoscere, quali le analizzava il BARRAL (2) le

MATERIE versate a PARIGI sovra un ettaro di terreno (all'altezza della corte di quell'Osservatorio)

		In 6 mesi Luglio a Dicembre 1851		In 5 mesi Agosto a Dicembre 1851
Azoto	chilogr.	13,490	chilogr.	12,323
Ammoniaca . . .	»	7,052	»	4,299
Acido azotico . .	»	26,695	»	33,840
Cloro	»	5,910	»	3,019
Calce	»	13,114	»	8,398
Magnesia . . .	»	4,450	»	3,700

ALTRE nel 1° semestre del 1852:

Azoto	chilogr.	8,796
Ammoniaca	»	6,113
Acido azotico	»	14,456
Cloro	»	4,542
Cloruro di sodio	»	9,368

In questa seconda serie d'analisi (3) non si tien più conto di *calce* nè di *magnesia* per le ragioni che esporrò nella V SEZIONE.

---

(1) MALAGUTI, loc. cit. LEZ. I, pag. 14.

(2) BARRAL. *Premier Mém. sur les eaux de pluie* ecc. Compt. Ren. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tome XXXIV, pag. 283.

(3) BARRAL. Deuxième *Mémoire sur les euux de pluie* ecc. 1° Semestre 1852. Riconosce poi la grande diminuzione d'*ammoniaca* nell'acqua di pioggia delle campagne aperte, in altra Memoria (Acad. des Sc. 8 settembre 1853) dove paragona PARIGI a un' immensa massa di letame.

Credo poi necessario ricordare che l'atmosfera delle città, per osservazione volgare de' rustici, sembra fertilizzare i terreni loro vicini, onde i campagnuoli ne riguardano l'aria come più *grassa*, e proporzionalmente quella d'un immenso centro popoloso come Parigi dee abbondare di emanazioni ammoniacali. D'altronde le osservazioni del Meyrac proverebbero l'esistenza costante del *cloruro di sodio* (1), certo più abbondante ove le pioggie sono recate da venti spiranti dalla parte di mare, ma eziandio a distanze considerevoli dal medesimo. L'*acido azotico* rinvenuto dal Barral così copioso, merita osservazione perchè il Liebig che tutto accorda all'*ammoniaca*, e nulla all'*acido azotico* ne' fenomeni della vegetazione, così esprimevasi « è impossibile dosare l'*acido azotico* « contenuto nelle acque di pioggia, fossero pur quelle procedenti da temporali » (2).

Quando simiglianti ricerche risulteranno eseguite sulle pioggie cadenti nelle aperte campagne, quando si porranno di confronto i materiali recati dalle pioggie temporalesche, con quelle scendenti con calma in momenti in cui l'atmosfera non sembra in preda ad elettrici conflitti, allora si potranno più razionalmente investigare le cause per cui l'acqua di pioggia sorpassa tanto nei suoi benefici effetti quella d'irrigazione.

2859. V. **Limo atmosferico.** Nella salina di Rodenbarz nell'Assia Elettorale, si produce al fondo de' serbatoi una sostanza mucilaginea e trasparente, la quale fu riconosciuta dal Woelher per un ammasso d'infusorii viventi (dei generi *Navicula* e *Gallionella*). Se si osservano le formazioni papiracee di Freiberg, il tufo siliceo di Franzensbad, ed intere rocce esplorate dall' Ehrenberg (§ 2530) risultano portentosi depositi di scheletri e spoglie di minimi animaluzzi. La più logica induzione dee far conchiudere che non altrimenti accada nell'aria atmosferica, e quello che chiamasi *polviglio* o *limo* natante nella medesima, debba comprendere infinite miriadi d'animalucci e loro spoglie voleggianti per l'aere. Non so se qualche naturalista sogghignerà di cotesta microscopica popolazione atmosferica. Non avendo agio nè spazio per dimostrarne la somma probabilità, richiamerò nondimeno l'attenzione dell'agronomo sul giusto concetto ch' e' deve concepire intorno la prodigiosa esistenza di tanti minimi esseri. Esaminando l'acque cariche di color verde, e trovandole piene d'animalucci, si ritiene derivare dai medesimi quella corruzione del liquido. Al contrario non solo non possono riuscire causa di putrefazione durante la loro vita, nè di produzione di corpi nocivi alla economia delle piante e degli animali: una Sapienza infinita, com'esprime il Liebig (3), loro commette l'ufficio di accelerare la decomposizione ultima delle sostanze organiche in via di putrefazione. Tanto il Pfankuch che Augusto e Carlo Morren, e lo stesso Liebig hanno riconosciuto lo sviluppo d'*ossigeno* operato da cotali animaluzzi: l'acqua contenente infusorii viventi, dal momento in cui essi vi compaiono cessa d'agire sugli

(1) *L'eau de pluie contient toujours du chlorure de sodium.* Meyrac obs. sur les eaux de pluie ecc. Compt. R. de l'Ac. des. Sc. Tome XXXIV, pag. 715; forse questa affermazione spiega la presenza del *cloruro di sodio* nelle analisi del 1852 del prospetto dato dal Barral.

(2). V. Compt. R. Tome XXXIV, pag. 827.

(3) Liebig. Lett. cit. Lettre XVII.

animali o sulle piante in modo nocivo, giacchè lo svolgimento di *ossigeno* puro non può accadere in un'acqua che contenga ancora sostanze in putrefazione, e capaci di combinarsi coll'*ossigeno* medesimo. Se ponno esistere ed esistono infatti molte specie d'esseri microscopici i quali direttamente infestano e danneggiano piante ed animali, tutte l'altre specie per converso cooperano alla purificazione dell'acqua e dell'aria, assorbendo, e assimilandosi i principii deleterii svolti nella dissoluzione della materia organizzata priva di vita.

2860. Tra l'**altre sostanze** variabili che accidentalmente formano parte dell'aria noverasi, ad esempio, l'*ammoniaca* e l'*acido nitrico*, rinvenuti dal MARGRAFF, dal BERGMANN, e di nuovo dal LIEBIG, dal BARRAL nell'acque pioventi, le quali trascinano pure diversi sali (1), diguisachè un ettaro di terreno il quale riceva circa 2500 metri cubi d'acqua per anno, riceve insieme 65 chilogrammi di sali diversi. Nè l'acqua entra in queste produzioni di sali ecc. se non che collo spazzolarli di certo modo dall'atmosfera, traversandola durante la sua discesa. E qui dovrei pur dire delle materie volatili e resinose prodotte dalla vegetazione la quale nell'epoca della fioritura riempie l'aria di particelle odorose, cioè di principii *idrogenati*; non che de' *miasmi*, emanazioni de' paduli, esalazioni di corpi organici, eruzioni de' volcani: ma ne avrò ragione in altr' incontri.

2861. **Riassumendo** conchiudasi l'aria atmosferica constare allo incirca:

di 79 litri d'*azoto* e 21 d'*ossigeno* per ogni 100 litri d'aria;

di 1 litro d'*acido carbonico* per ogni 2500 litri d'aria;

di 1 a 2 litri e mezzo di vapor d'acqua su 100 litri d'aria;

di una folla d'altre sostanze organiche ed inorganiche in proporzioni molto variabili a seconda delle diverse circostanze.

L'energia dell'*ossigeno* vien temperata dall'*azoto*: l'azione violenta dell'*acido carbonico*, ridonda benefica stante la sua minima quantità: il *vapor d'acqua* è limitato pel convertirsi in pioggia quando eccede: e la pioggia scopa e purifica l'aria in ispecie da quelle particelle di *limo atmosferico* che ricondotte sul terreno divengono utili, o come i *miasmi* vi perdono la loro influenza malefica. Non dimentichiamo però che oltre tutte le accennate sostanze, l'aria atmosferica contiene eziandio in combinazione e in miscuglio un' immensa quantità di *sostanza eterea*. Ricorderò infine che la stabilità delle proporzioni negli elementi più costanti dell'aria, s'avvera finchè s'analizza la medesima in luoghi salubri: senza tener conto delle grotte ove l'*acido carbonico* vizia l'aria in modo da renderla mortale, nè di quelle infelici vallate il cui suolo pestifero biancheggia d'ossame d'animali che lo percorsero incautamente (2). Niuno ignora come intere contrade rendonsi malsane per la prossimanza di luoghi impaludati, e l'agronomo agevolmente si convince che i vegetali del monte non prosperano nell'aria della pianura, e viceversa: le piante delle vallate profonde e racchiuse languiscono ad esposizione scoperta; le paludali male attechiscono sulle spiaggie dell'acque correnti: quelle vegetanti nelle dune non reggono in aria priva dell' emanazioni salse del mare.

---

(1) Il BRANDES nel 1825 trovò nell'acque di pioggia a SALZOFFELN, *resina muco, cloridrato di magnesia, solfati e carbonati di magnesia, cloruri di potassio e di sodio, solfati di calce, ossidi di ferro e di manganese*, ecc.

(2) Maison Rustique du XIX siècle. Tom. I, Livre 1.er, Chap. 1.er, pag. 2.

Altra combinazione dell'azoto coll'ossigeno.

Acido nitrico = $Az\,O^5$.

2862. Il **nitro** o **salnitro** conosciuto da tempi remotissimi, proviene dalla combinazione dell'*acido nitrico* colla *potassa*, ovverossia *ossido di potassio*. Il qual *acido nitrico*, volgarmente *acqua forte*, e più chimicamente *acido azotico*, deriva dalla combinazione dell'azoto coll'ossigeno nelle proporzioni enunciate col suo simbolo $Az\,O^5$: acido potentissimo si combina avidamente colle basi formando i *nitrati*. Versandolo sovra lastre di marmo, lo corrode con efferveScenza prodotta dallo sprigionamento dell'*acido carbonico* ch'esso discaccia dal marmo, il quale è *carbonato di calce* (1). La quale azione di corrodere ha dato origine all'arte della litografia. Tra le sostanze organiche, alcune anzichè alterarsi coll'*acido nitrico*, seco si combinano e formano nitrati, ma in generale vengono affatto disorganizzate siccome in altri riscontri si rileverà. Le più fertili contrade dell' INDIA abbondano di salnitro nel suolo, e vi si rileva un' influenza prodigiosa sulla vegetazione, dovuta ai nitrati di soda.

2863. **Analizzando l'acqua di pioggia** in tempi procellosi, rinviensi ricca d'*acido nitrico*, il quale si genera, come addietro fu avvertito, dalle scariche elettriche dell'atmosfera, avendo il CAVENDISH dimostrato sperimentalmente la combinazione dell'*azoto* ed *ossigeno* dell'atmosfera nelle proporzioni dell'*acido nitrico*, mediante l'azione di una serie di scintille elettriche. La vegetazione meravigliosa appunto nelle contrade ove più frequenti i tuoni ed i lampi, spiega come le piante ne' tropici ne traggano tanto *azoto* che ne' paesi temperati deono ricavare dall'*ammoniaca*, onde poi in questi la maggior necessità d' ingrassi forniti dalla coltivazione. Il concorso di quest'acido, non che de' *nitrati* diversi, nello sviluppo della vegetazione, entra negli studi pertinenti al V LIBRO.

Combinazioni dell'azoto coll'idrogeno.

Gas ammoniaco = $Az\,H^3$.

2864. Il **gas ammoniaco** puro vuolsi composto d'un equivalente d'*azoto* e 3 d'*idrogeno*, quindi il suo simbolo $Az\,H^3$. L'*ammoniaca* (*azoturo d'idrogeno*) è una soluzione più o men carica di esso *gas ammoniaco*. Se ti basti la tolleranza di porgere attenzione mano a mano a questi studi, non t' increscerà di aver preso contezza delle particolarità di questi composti, in ispecie dell'**ammoniaca**, in sommo grado interessante per la Scienza Agrologica. Vedine adunque lo *stato naturale*, le *proprietà*, le *funzioni*.

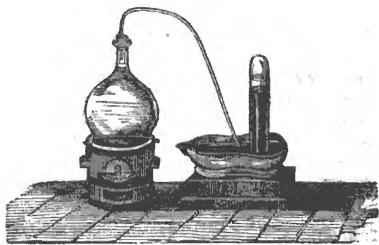
2865. **Stato naturale**: gas privo di colore, con odore sì potente ed acuto da promuovere le lagrime. Pesante 0,597, ponendo l'aria = **1**, a temperatura — 40° si liquidifica sotto l'ordinaria pressione atmosferica. Col calore rosso

(1) L'acido nitrico acquista nome di *acido nitrico fumante* (quando è unito ad un solo equivalente d'acqua) perchè all'aria umida spande un vapore con ispeciale odore irritante.

(§ 2425), ovvero per una serie di scintille elettriche si decompone; iniettandolo con sottile getto nell'ossigeno, accendesi e con giallognola luce risplende. Fonde il ghiaccio combinandosi coll'acqua, la quale a temperatura di zero è atta a disciogliere un volume di cotesto gas 500 volte maggiore del suo.

2866. **Produzione dell'ammoniaca.** Ho detto ch'essa è una soluzione del *gas ammoniaco*: chiamasi eziandio *alcali volatile* per le sue energiche proprietà alcaline, onde restituisce l'azzurro alla carta di tornasole arrossata, e satura gli acidi. Sotto l'influenza delle scariche elettriche nell'aria, che determinano nel loro passaggio l'unione dell' *ossigeno* coll'*azoto*, vien generato *acido azotico*, il di cui concorso provoca la combinazione dell'*azoto atmosferico* coll'*idrogeno* (§ 2849). Spiegazione del PAYEN (1) sulla formazione dell'*ammoniaca* che si genera ne' tempi procellosi, e che nello stato d'*azotato d'ammoniaca* è trascinato sulla terra dalle pioggie temporalesche. In moltissime circostanze di fermentazioni spontanee, per le quali si decompongono e putrefanno avanzi organici animali o vegetali, le materie azotate disviluppano *ammoniaca*, come accade nelle scomposizioni operate per l'azione del fuoco. Se non che simultaneamente gli stessi materiali sviluppano *acido carbonico*, e questo unendosi all'*ammoniaca*, ne risulta produzione di *carbonato d'ammoniaca*. Un curioso calcolo ha fatto il FRESENIUS: prima di tutto suppone il peso dell'atmosfera eguale a 52,636,230,000,000,000 quintali: poi ne desume ch'essa non contenga oltre 41,000 quintali d'ammoniaca (2), cioè a dire questa vi si troverebbe nella proporzione :: 1 : 1283810487804.

2867. La **produzione artificiale del gas ammoniaco** si ottiene agevolmente ponendo in un palloncino un miscuglio di *sale ammoniaco* del commercio, con calce, e sovrapponendovi uno strato di grossi frantumi di calce viva. Aggiungasi un tubo ricurvo, con un' estremità introdotta nel collo del palloncino, e l'altra sotto una campanella piena di mercurio, pescante in un bagno pure di mercurio. Scaldando, siccome facile scorgesi dalla fig. 743, il palloncino,

Fig. 743.

(1) PAYEN. *Précis de Chimie industrielle.* Paris 1849, pag. 48-49. Soggiunge l'autore: *C'est un phénomène analogue qui dans la réaction de l'acide azotique demi-concentré sur le zinc, met en présence à l'état naissant, de l'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau et de l'azote provenant de la décomposition d'une partie de l'acide : aussi trouve-t-on de l'azotate d'ammoniaque dans le liquide.*

(2) *Annales de Chim. et de Phys.* III Série. T. XXVI.

svolgesi gas il quale penetrando pel tubo ricurvo nella campanella, vi prende il posto del mercurio che al basso respinge, e questo gas è l'*ammoniaco.* Anche solo mescolando *sale ammoniaco* con calce viva risentesi immediatamente un odore assai forte, e sviluppasi un gas invisibile che offende gli occhi: gas avidamente assorbito dall'acqua, onde poi la soluzione costituente l'ammoniaca liquida del commercio.

2868. Si rifletta col Johnston (1) a tre modi con cui può avvenire sviluppo di *ammoniaca.* Distillando materie animali, le ossa in ispecie, o abbruciando escrementi come usano in Egitto, o condensando vapori del carbon fossile distillato per trarne il gas illuminante si ricavano sali ammoniacali: quindi

I° Come nelle materie animali (2), combinazione diretta del loro *azoto* con parte dell'*idrogeno* che le costituisce;

II° Combinazione di parte del loro *idrogeno* coll'*azoto* atmosferico;

III° Togliendo (nel decomporsi a contatto dell'aria e dell'acqua) l'*ossigeno* a certa quantità d'acqua, il cui *idrogeno* libero (ed allo stato nascente) si combini collo stesso *azoto* atmosferico (3).

Ne' due ultimi casi lo svolgimento d'*ammoniaca* è abbondantissimo. D'onde la necessità che il terreno sia ben permeabile e ricco d'avanzi organici, la cui decomposizione provoca la produzione d'*ammoniaca*, la quale così generata entro il suolo, è immediatamente assorbita dagli acidi circostanti. Avverta bene l'agronomo: l'*ammoniaca* generata entro terra vi rimane subito carcerata, e può perdurarvi assai tempo finchè le piante germogliandovi non vengono a scarcerarla. Se ciò non fosse, le concimazioni eseguite innanzi inverno per le coltivazioni marzenghe o marzaiuole, riuscirebbero inopportune e dannose, perchè nell' intervallo di tre o quattro mesi, gran parte de' migliori principii si perderebbe. Invece l'esperienza dimostra riuscire spesso a maggiori effetti la concimazione in epoca anteriore che non nell'atto d'affidare al suolo le piante coltivate. Il rustico a gran ragione esprime questo fatto, quando afferma che il letame somministrato innanzi inverno s' *incorpora* col terreno.

L'agricoltore dee poi convincersi che componendo ammassi di materie organiche non azotate, purchè fermentino, può afferrare egualmente *ammoniaca.* Lo Austin nel 1789 dimostrò formarsi *alcali volatile* durante l'ossidazione del ferro in aria umida. Dipoi il Mulder più ricisamente constatò che sostanze vegetali non azotate possono sotto l' influenza dell'acqua e dell'atmosfera condensare una certa quantità d'*azoto* (4) appunto pel III° modo di formazione sovra indicato. Le muffe di cui copronsi certi avanzi organici comecchè non azotati, danno similmente *ammóniaca* in abbondanza (5). Le quali considerazioni dimo-

(1) Johnston. *Elém. de Chim. Agric.* ecc. Ediz. cit.; pag. 28.

(2) La relazione o dipendenza dell'ammoniaca dalla sostanza organica viene singolarmente dichiarata dal Piria con queste parole: « ..i sali ammoniacali, e particolarmente il « carbonato d'ammoniaca sono i prodotti costanti della decomposizione ignea delle so- « stanze animali ». Piria, *Tratt. Elem.* cit., pag. 217.

(3) Ed ecco pure l'azoto atmosferico non esistente nell'aria come inerte zavorra.

(4) Mulder. *Journ. für pr. Chem.* T. 32.

(5) Berzelius. Rapp. ann. V année.

strano la utilità di raccogliere sempre foglie, e spazzature d'ogni fatta e formarne ammassi, il cui leggero fermento li arricchisce d'*azoto* atmosferico.

2869. La **presenza dell'ammoniaca nell'aria** non pare inoltre controvertibile, anche ne' luoghi lontani dai centri popolosi. La quantità che vi trovano, spesso non perviene a 3 o 4 milionesime parti del peso dell'aria (1). Ma non si hanno dati sufficienti, perchè mancano osservazioni fatte simultaneamente negli stessi luoghi ad altezze diverse, o in differenti stagioni, e in varie condizioni di terreni più o meno ricchi di vegetazione ecc., o di avanzi organici ecc., o di sorgenti d'acque termali, ovvero infetti d'acque stagnanti. Aggiungendo artificialmente *ammoniaca* all'aria, il VILLE ottenne nel 1852 seminando egual numero di frumento, i seguenti risultati (2):

Nell'*aria pura* . . .	grani di frumento 47,	paglia, grammi	11,86
Nell'*aria ammoniacata* .	» 75,	»	21,99

Sperienze troppo in piccolo, ma degne d'attenzione perchè in conferma d'analoghi vantaggi conseguiti con altri sperimenti nel 1850, e 1851.

2870. **Ammoniaca nell'acqua di pioggia.** Il celebre LIEBIG volle dimostrare sufficiente per la vegetazione, la sola *ammoniaca* contenuta dall'atmosfera e trascinata dall'acque di pioggia. Ne determinò la quantità ad 1|4 di grano per litro d'acqua; mentre il MULDER la ridusse ad 1|32, riflettendo che se ancora l'acqua di pioggia contenesse quel quarto di grano d'*ammoniaca* per ogni litro d'acqua, ciò verificherebbesi solo per l'acqua cadente nel primo istante, giacchè la successiva non potrebbe più trovarne altrettanta nell'atmosfera già dilavata della preesistente *ammoniaca* dalla prima pioggia. Per le quali ed altre osservazioni provò il MULDER che l'ammoniaca invece di essere le 80 libbre valutate nel calcolo del LIEBIG, sommerebbe appena a 1|1000 di libbra. Comunque sia, ammoniaca esiste nell'atmosfera (§ 2856), ed anzichè discutere se provenga da combinazioni tra l'*azoto* e l'*idrogeno* atmosferici, ovvero da gas ammoniaco procedente da essere organici in putrefazione sulla superficie terrestre, i quali svolgono del continuo enorme quantità di *carbonato d'ammoniaca*, sembra più ragionevole ammettere amendue queste sorgenti.

2871. **Errore** tuttavolta il credere che l'*ammoniaca* dell'atmosfera basti alla vegetazione, imperciocchè gl'ingrassi non servirebbero più a nulla: lo che tuttodì l'esperienza contraddice, mentre fornisce, per accennarlo di volo, assai gravi dubitazioni contro la teorica del GAUDICHAUD che vorrebbe di certa guisa esclusa nella nutrizione delle piante l'opera delle loro radici. All'insufficienza dell'*azoto atmosferico*, l'arte appunto del coltivare supplisce coll'ingegno delle concimazioni. Vale a dire altra porzione dell'*azoto* vien ridotta in istato profittevole alle piante per opera degli animali, eliminando essi l'azoto di esuberanza, negli escrementi sotto forma di varii composti in cui entra l'*ammoniaca*.

---

(1) ISIDORE PIERRE. Nouv. Rech. sur l'ammoniaque atmospher. Compte Rend. de l'Ac. DES SCIENCES. Tom. XXXVI, pag. 694, ecc.

(2) VILLE, Rech. ecc. *Influence de l*'ammoniaque *ajoutée à l'air, sur le développement des plantes.*

Sali ammoniacali.

2872. **Ricchi d'azoto**, utilissimi risultano i *carbonati*, i *muriati* e i *solfati*, i *nitrati* e i *cloruri d'ammoniaca*. Le terre cimiteriali, l'acque di residuo nelle lavature del gas da illuminare, la fuligine, giovano pe' sali ammoniacali che contengono. I *carbonati* agiscono assai beneficamente, quando disvincolandosi entro il terreno dall'*acido carbonico*, l'*ammoniaca* resta a libera disposizione delle piante. Ma le recenti investigazioni del Verdeil e Rissler n'hanno dimostrato la proprietà speciale della sostanza organica di rendere il *carbonato d'ammoniaca* solubile, e quindi accade allora nelle piante l'assimilazione di due principii loro essenziali, il *carbonio* e l'*azoto*. Quegli altri sali ammoniacali, ed acidi potenti, come appunto i *muriati*, *solfati* e *nitrati* o *azotati*, direttamente applicati alle piante, ancorchè diluiti, le fanno perire e anche prontamente alcune, siccome ha provato il Bouchardat, inaffiandole con dissoluzioni benchè allungate di detti sali. I *solfati*, i *cloridrati* ecc. perchè giovino, deono trovare nel terreno sostanze minerali che s'approprino il loro *acido solforico*, o *cloridrico*, e rendano libera l'*ammoniaca*. Per le sperienze infatti del Kulmann, coll'addizioni di sali ammoniacali si sono ottenuti prodotti di fieno circa maggiori d'un quarto degli ordinarii conseguiti senza quell'addizioni. Ma in questa massa di vegetabile ottenuto di più, si trovò l'azoto pressochè pari a quello contenuto nei sali, non però gli acidi minerali corrispondenti, se non in piccola proporzione. Da fieno chil. 5716 ricavato dal terreno cui erasi somministrato 266 chil. di sale ammoniaco, doveansi ritrarre 105 chil. di *cloro*, componente quel *cloridrato* d'ammoniaca, e appena se ne rinvennero chilogr. 9,260.

2873. **Male s'appongono i Chimici** che stimano dover escludere ogni possibilità nelle piante di assorbire i sali ammoniacali colle radici, e la loro presenza nell'interno di esse. Il *cloro*, i *solfati*, rinvenuti ancorchè in porzione assai minore di quella contenuta ne' sali, prova sempre la presenza reale di parte dei medesimi: invece d'escludere, dimostra la possibilità nelle piante d' introdurli nell'economia vegetale. Chi ha tenuto conto della quantità rimasta nelle radici di quell'erbe? Chi può dimostrare che la facoltà assorbente delle radici sia precisamente meccanica come sottil cannello di vetro? Chi non vede l'opera di assimilazione, o diciamo ancora, apprensione delle sostanze del terreno, avvenire unicamente col soccorso di umidità, quale alcune volte, ossia per alcune sostanze debb'essere tale da ridurle affatto in istato di dissoluzione, perchè passino nell'organismo?

2874. Ma non vi ha difficoltà nello spiegare l'azione dei *nitrati*, dappoichè pel contatto delle materie organiche in decomposizione (§ 2872), l' *acido nitrico* si riforma in *ammoniaca*: similmente i *solfati* trovandosi anche in natura nelle piante, o convertendosi per reazioni procedenti da sostanze esistenti nel terreno in *solfuri* d'*ammonio* successivamente decomposti dall'*acido carbonico*, non presentano un problema inesplicabile. I *muriati d'ammoniaca*, il cui passaggio negli organi di vegetazione si presenta più complicato, trova nell'umidità l'agente più favorevole. Versando una dissoluzione di *muriato d' ammoniaca*

sulla creta, o terra calcare, se questa sia alquanto inumidita, si sviluppa un fumo bianco, *carbonato d'ammoniaca.*

Notisi però che se l'umidità fosse molta, com' avverrebbe aggiugnendovi acqua, cessa quello sviluppo.

Quindi l' insegnamento pratico di non attendere successo nell'impiego dei sali ammoniacali, se manchi elemento calcare nel terreno, e se il tempo sia eccessivamente secco, o eccessivamente piovoso, e forse sovrattutto se troppo scarseggi di avanzi organici.

2875. Lo **sperdimento dell'ammoniaca** cagiona una perdita all' agricoltore rilevantissima, di cui non tien conto, perciocchè non se n' avvegga. Constatò il BRAME questa perdita ove si fa lo impatto alle bestie con marne o terre calcari: per accertarsene trasportò a TOURS marna impregnata d'orina, la quale svolgea ammoniaca abbondantemente nella stalla, e quasi più non ne contenea indizio arrivata a TOURS. Cotali concimi appena usciti in corte, perdono la maggior parte dell'ammoniaca perchè sfugge dai pori di quelle terre adoperate per isterno o lettiera. Nel deporli in mucchi nel campo, il cingerli e coprirli di marna o di tufo, secondo il BRAME, non impedisce l'incessante dispersione, al che varrebbe terra puramente *argilloso-silicea.* Il preservativo migliore per tutte sorte di letami di stalla si offrirebbe dalla paglia non adoperata, coprendone le masse con uno strato d'alquanti centimetri, a tal segno che pei concimi tratti da lettiere di marne e tufi, nell'ammassarli si evita l'accennata perdita d'ammoniaca alternandoli con istrati di letame ordinario. Anche il calpestìo delle bestie e il pigiare gli ammassi, avversa alquanto la dispersione de'principii ammoniacali (1). Parlando de'concimi e prima de'*solfati*, farò cenno delle belle recenti sperienze del PAYEN: per seguitare lo studio chimico dell'*ammoniaca*, il cattivo ufficio dello impatto di marne, tufi e materiali calcarei, nasce non solo dal rilasciare dai loro pori fuggir via il *carbonato d'ammoniaca*, che in istalla vi aveano condensato, ma per lo affrettare in modo speciale la scomposizione dell'orina, e tramutare l'*urea* in *carbonati d'ammoniaca*, oltrecchè i *nitrati d'ammoniaca* che si formano, vengono dal *carbonato di calce* decomposti. Nel che non si confonda lo stato naturale con quello di fermentazione, perchè infatti il PAYEN dimostra l'efficacia della calce onde preservare l'orina da ogni dispersione di sostanze ammoniacali, quando si eviti, o se ne prevenga la fermentazione (2).

[4] Solfo. S=200.

2876. **Sublime obbietto di studio** sarebbe lo sperimentare l'effetto prodotto sulla vegetazione sottraendole uno ad uno gli elementi di cui suole

(1) BRAME. *Sur les litières marneuses.* Comp. R. de l'ACAD. DES SCIENCES, T. XXXVII, pag. 17-20 (4 juillet 1853). Il BRAME non vorrebbe s'impiegasse (in mancanza d'altro) la terra *argilloso-silicea* da chi dee poi concimar terreni d'egual natura: ma in pratica quella terra, col rimanere qualche giorno sotto il bestiame, col mescersi agli escrementi, coll'impregnarsi d'orine, acquista tali qualità, che sarebbe ventura poter fare impatto con buona porzione della superficie di cotali campi.

(2) *Il est donc fort-important d'ajouter la chaux le plus tôt possible dans l'urine que l'on veut préserver de déperdition, et d'éviter toute fermentation préalable;* ecc. PAYEN. Troisième note sur les litières. Comp. R. (25 juillet 1853).

impadronirsi: allora se ne dedurrebbe logicamente il valore positivo di ciascuno di essi nell'alimentazione vegetale. E per giudicare a capello degli effetti degli ingrassi, sarebbe d'uopo impiegarne i varii costituenti isolati l'un dall'altro. Noi sappiamo in genere che i *solfati* giovano nella coltivazione delle leguminose e delle crocifere, ma se vogliamo conoscere come la vegetazione profitti de' *solfati* esistenti ne' terreni o negl' ingrassi, l'esperienze dirette ci difettan tuttora. In molte circostanze ne verrà manifesta l'importanza dello *solfo*, e de'suoi composti, nello studio della vegetazione. In questi anni malaugurati per la vite, ne veggiamo celebrato e raccomandato l'impiego per combattere il male che l'invade, e non sappiamo se realmente difficoltà d'esecuzione, o mala riuscita di fatti cimenti abbiano persuaso i coltivatori della insufficienza di cotale specifico, riuscito pure in molti casi, se vero afferma il PAYEN (1). Altrove indagherò le cause di così opposti risultamenti: ne ho fatto parola unicamente per dimostrare a' miei benevoli, la necessità di apprendere questi studi su materie le quali a prima giunta non sembrano di grave momento per l'agricoltura. Infatti il vero modo di giudicare se l'azione dello *solfo* e suoi composti possa giovare nelle terre, negl' ingrassi, o direttamente alle piante, sia per invigorirne notevolmente la vegetazione, siccome rilevasi pel trifoglio, sia per ripararne o prevenirne le alterazioni (proponesi per le piante clorotiche, per quelle infestate da oidii o altre parassite), consiste nel saper innanzi tratto che sia *solfo*, non che i composti di cui fa parte.

2877. Nello **stato naturale**, lo *solfo*, notissimo a chiunque, si offre solido, fragile, giallo-citrino, fusibile a 111° C, mantenendosi tale fino al grado 150 C, passato il quale rendesi meno fluido, inspessisce facendosi vischioso, e poscia consistente da 200 a 250°. Giunto a questo termine ripiglia la fluidità, ed a 400° bolle, e si distilla. Si noti che a 150 gradi al contatto dell'aria s'infiamma risplendendo con quella luce azzurrognola che scorgesi accendendo uno zolfanello. Nell'abbruciare, quasi tutto combinasi coll'*ossigeno* formando *acido solforoso* capace di produrre la morte degli esseri animati. Cristallizzando, lo *solfo* assume l'aspetto che ha talora lo solfo naturale, cioè nella forma rappresentata in A dalla figura 536 (§ 2086).

2878. **Solfo ne' vegetabili.** Trovasi nella Natura abbondanza di *solfo* in diversi stati: di *solfuro* quando combinato con metalli, di *solfato* misto ad ossigeno ed a basi: di *solfo cristallizzato* o *amorfo* ne' prodotti vulcanici. Nelle piante rinviensi *solfo*, e il SORBY (2) ne accenna in 100 libbre secche a 100°,

Erbe		Grani	
Ray grass (*Lolium perenne*) .	0,310	Frumento rosso . . .	0,070
Trifoglio rosso (*Trif. pratense*)	0,107	» bianco . . .	0,054
Erba medica (*Medicago sativa*)	0,274	Orzo (*Hordeum dist.*). .	0,066
Pianta di frumento dopo la fioritura	0,170	Avena (*Avena sativa*). .	0,074
Pianta d'avena in fiore . . .	0,180	Fava (*Vicia faba*). . .	0,071
» di fava in fiore . . .	0,045	Segala (*Secale cer.*) . .	0,051

(1) PAYEN. *Les maladies des pommes de terre, des betteraves, des blés et des vignes* dal 1845 a 1853, ecc. PARIS 1853, in-12.
(2) V. L'Agriculteur praticien, par BOSSIN et MALEPEYRE, VIII année, p. 326.

2879. **Solfo nell'uomo** eziandio si rinviene, e in quantità maggiore di un decimo di chilogramma (1).

2880. **Solfo nel terreno.** Continuamente si depone *solfo* nelle terre e pietre porose là dove abbonda *idrogeno solforato* (*acido solfidrico*). L'aria decompone questo prodotto in acqua ed *acido solforoso*, il quale reagendo sovra due equivalenti d'*acido solfidrico*, dà origine ad acqua e solfo. Trovasi poi *solfo nativo* in cristalli, o in masse informi ora translucide, ora opache ne' terreni secondarii intermediari, e nelle rocce primitive. Nei terreni vulcanici, ad esempio nelle solfatare di NAPOLI e della SICILIA, trovasi talvolta puro e cristalizzato con bellissime forme (§ 2877); ne' terreni terziarii per lo più offresi accompagnato da gesso, calce, argilla ecc.

2881. Le **applicazioni dello solfo**, per accennarle, di volo, col PAYEN consistono nella fabbricazione de' suoi composti *acidi solforico, solforoso e solfidrico*, nel *saldare* pezzi di ferro nelle pietre, nel comporre polvere da guerra: ed anche in causa della sua fluidità per 111 gradi di calore e sua pronta solidificazione per raffreddamento, serve per ricavare impronti, conii di medaglie ecc., oltre poi il suo impiego unendolo ai metalli per fabbricare solfuri di rame, di mercurio ecc. A suo luogo si noterà l'utilissimo servigio che prestano le carte e pezzette verniciate di solfo: abbruciandole, per l'*acido solforoso* che sviluppano (§ 2873) risanano vini in procinto d'alterarsi, preservano la *birra*, il *sidro* e il vino stesso da fermentazione nocevole, il sangue liquido, ed alcune specie di legumi dal putrefarsi. Lo che chiamasi *solforare* e torna vantaggioso eziandio per distruggere insetti che danneggiano grani, plume ecc.; per imbiancare sete, lane ecc. Infine il solfo in polvere, *fiore di solfo*, gettato in un focolare ardente, purchè con pannolino bagnato se ne chiuda la bocca, può così rapidamente impadronirsi dell'ossigeno da estinguere il fuoco che si fosse manifestato nella canna del camino medesimo.

Combinazioni dello Solfo coll'Ossigeno.

Acido solforico. $SO^3 = 500$

2882. Un **litro d'acido solforico**, volgarmente *olio di vetriolo*, unito a 1000 litri d'acqua, basta per inaffiare un mezzo ettaro di trifoglio. Agisce meglio che tre quintali di gesso, il cui costo è Lire 2,50 per quint.; dunque si risparmiano per ogni mezzo ettaro Lire 7,50 collo spenderne 1,50, valore del litro di **acido solforico.** Di più correndo secca stagione, lo ingessare non s'addice e l'inaffiamento della soluzione d'acido solforico doppiamente conviene. Per giudicare a capello di cotesto ingegnoso acconciamento non si par egli necessario sapere che sia l'*acido solforico*?

2883. **Ossigeno e solfo** il compongono nelle proporzioni denotate dal di lui simbolo $SO^3 = 500$. Quando gli equivalenti dell'*ossigeno* sono due, si

(1) *Le corps d'un homme représentant en moyenne 11 kilogr. de substance organique sèche, renferme à peu-près 1 centième de ce poids ou 110 gr. de soufre.* PAYEN, Précis de Ch. Industr. PARIS 1849, pag. 73 in nota.

ha l'*acido solforoso* SO^2 di cui dissi nei § 2877 e 2881 il quale, oltre quell'impiego per *solforare* consistente nello abbruciamento diretto dello solfo, si preferisce ora nello stato liquido per lo imbiancamento delle stoffe ecc. L'*acido solforico* trovasi in naturali sorgenti, e quasi sempre s'unisce a parecchi equivalenti d'acqua. Chiamasi concentrato, se unito ad un solo equivalente, ed anche in questo stato attacca energicamente e disorganizza qualsisia organico tessuto. Moltissime applicazioni offre quest'acido per depurare olii, per incarbonire punte di pali da conficcare nel suolo, per la preparazione di sciloppi e per infinite emergenze d'arti ed industrie.

Solfati.

2884. Le **combinazioni dell'acido solforico** con basi *salificabili* producono i molti solfati, parecchi de' quali poco o nulla solubili nell'acqua. Tra gl'insolubili è il *gesso* ch'è un *solfato di calce*, importantissimo in agricoltura come, avvegnacchè in minor grado, i *solfati* d'allumina, di magnesia, di barite, di potassa e d'ammoniaca, di soda, e di ferro. Ne allego quest'ultimo ad esempio, riserbando a parlare degli altri a mano a mano ne' luoghi opportuni.

2885. Il **solfato di ferro** aggiunto al letame per cessare le perdite di principii ammoniacali, noto da lungo tempo nella SVIZZERA, è pure raccomandato dallo SCHATTENMANN, onde saturare il *carbonato d'ammoniaca* prodotto dalla fermentazione delle orine. Nel 1843 propose eziandio di *disinfettare* le materie fecali collo stesso solfato il quale reagendo sul *solfoidrato d'ammoniaca* fissa lo *solfo* allo stato di *solfuro di ferro*. Il PAYEN nella unione di 100 centim. cub. d'orina + 5 grammi di *solfato di calce*, in tre giorni rilevò ridursi la perdita d'azoto solo a 6,3 del cento: e in 100 cent. cub. d'orina + 100 grammi di carbone di torba + 5 grammi di *solfato di ferro*, riusciva tale perdita limitata al 3,3 del cento, mentre coll'unica addizione dei 100 grammi di carbone di torba la perdita aggiugneva a 10 volte tanto, cioè a 33,65 del cento: anzi in una esposizione all'aria per 29 giorni di 100 cent. cub. d'orina + 100 grammi di carbone di torba, aggiungendovi i 5 grammi di *solfato di ferro*, non rilevò perdita alcuna (1). Si noti questa proprietà del detto *solfato*, perchè verrà molto a proposito, parlando de' concimi.

Combinazioni dello Solfo coll'Idrogeno.
Acido solfidrico $HS = 212,5$.

2886. Il **gas idrogeno solforato**, ossia *acido solfidrico*, svolgesi nella putrefazione di materie organiche contenenti solfo. Le cipolle, i cavoli, ecc. ricchi di solfo, nel corrompersi tramandano un odore derivante appunto da quest'acido. La *meteorizzazione*, così detta, delle bestie bovine, proviene da sviluppo d'*acido solfidrico* ed *acido carbonico* svolto nel fermento interno di soverchia quantità di trifoglio, o erba medica, mangiata in verde. Svolgimento che

(1) PAYEN. Quatr. note *Sur diverses agens de conservation des urines*, ecc. Comp. R. des séances, etc. (26 sept. 1853).

avvien pure nel corpo umano per difficile digestione di alimenti ricchi di solfo. In un'atmosfera contenente una parte di cotesto acido su 1500 d'aria, un uccelletto si muore: lo stesso avvien d'un cane se la proporzione sia di 1: 800 e di un cavallo se di 1: 200 (1). La sua solubilità nell'acqua, offrirà in altro luogo un'applicazione, da cui principalmente ebbe motivo questo cenno sovra d'un corpo sempre molesto e spesso fatale e di cui potrebbe vantaggiare di molto la coltivazione.

[5] Carbonio. C=75,00.

2887. **Stato naturale.** Chi può descrivere lo stato naturale del *carbonio* quando per istato naturale vuolsi intendere quello in cui d'ordinario suole offerirsi in natura? Prendete un carbone, e poi raffrontatelo a un diamante; ecco due stati sotto cui si presenta il *carbonio*, e un piccol carboncello essenzialmente come il diamante non è che *carbonio*. Indaghiamo adunque cos'è il diamante dappoichè sia carbonio esso pure.

Il *diamante* è *carbonio* purissimo cristallizzato : la sua forma primitiva è l'ottaedro regolare rappresentato dalla fig. 531, di spesso modificata come il cristallo D della fig. 534. L'uomo non ha potere che di tagliarlo e disfarlo (2). Lo disse corpo combustibile il Boezio di Boot sin dal 1609, ed io stesso ho veduto abbruciarlo dal Sobrero nelle sue applauditissime Lezioni di Chimica tecnica, come ottenne il Davy nel 1814 in Firenze valendosi della lente con cui l'Accademia del Cimento (§ 2105) sin dal 1694 l'avea sperimentato coll'azione dei raggi solari sul diamante medesimo (3). Fatto sta che bruciando un pezzo di *diamante* se ne ha per residuo della combustione tanto *acido carbonico*, quanto darebbe egual peso di *carbonio.*

I corpi composti di carbonio più o men puro si distinguono, altri formati dalla natura, altri dall'arte: e cioè

NATURALI.

Diamante	Bitume
Grafite	Torbe
Antracite	Legni fossili
Litantrace	Fibra legnosa
Lignite	

(1) Sobrero. Man. cit. Vol. 1, P. II, pag. 430.

(2) I moderni chimici, come gli alchimisti cercavano di compor l'oro, hanno tentato di compor del diamante. Non bastando i forni ordinari per convertire mercè un'altissima temperatura il carbone in diamante, s'è avuto ricorso alla pila voltaica: ma s'è poi trovato che il diamante stesso a forza di calore degenera assumendo le apparenze e i caratteri del carbone e della grafite. È così raro il diamante che le miniere del Brasile appena ne somministrano 5 o 6 chilogrammi per anno, che si riducono a 8 o 900 carati di diamanti *tagliati*: e un carato pesa appena 212 milligrammi! Come mai la Natura è stata sì avara di questo corpo, il cui valore, per vero dire, sta tutto nella sua rarità? Tuttavolta è giusto riconoscere il pregio della sua straordinaria durezza onde l'oriuolaio ne compone perni inalterabili, il vetraio se ne vale per tagliare i cristalli, ecc.

(3) Nel 1694 gli Accademici del Cimento a Firenze, siccome ho altrove ricordato, volatilizzarono il diamante. Dopo quasi un secolo il Lavoisier verificò che il diamante abbruciato in recipienti chiusi svolgeva *acido carbonico* prodotto dall'ossigeno dell'aria ambiente e dal carbonio, sostanza del diamante, la cui combustibilità erasi pure sospettata dal Newton.

ARTIFICIALI.

Carbone vegetale	Nero fumo
» animale	Arso (coke)

Per non dilungare soverchiamente il CAPITOLO, i particolari di ciascuno di detti corpi, venendo l'uopo, saranno a mano a mano dichiarati, additando però di presente alcune proprietà generali trattandosi di material corpo che entra come costitutivo in tutti gli organici, a tal segno che taluno chiamò la chimica vegetale, *chimica del carbonio.*

2888. Le **proprietà del carbonio**, acciò il dica schiettissimo, non sembrano cognite ai chimici se non che nella sua combinazione coll'*ossigeno* costituente l'*acido carbonico.* Si raccoglie in campanelle, o calicini l'*ossigeno*, l'*idrogeno*, l'*azoto*: vi si fa brillare o estinguere il lumicino, o vi si asfissia un passerotto mal capitato, e via dicendo. Ma tuttociò non vuol fare il *carbonio*: non vuol rimettersi nelle mani del chimico che legato coll'*ossigeno*: quindi come corpo semplice riesce a dirittura inosservabile, in fuori per avventura dello stato solido che assume componendosi in *diamante.*

2889. **Luminosissimo** si rende il carbone con questo mezzo. In un recipiente A (fig. 744) vuotato d'aria, s'insinuano gli estremi di fili metallici da porre in comunicazione coi due poli di potente pila: a quegli estremi si connettono due punte di carbone fatto con bosso calcinato a bassa temperatura: l'apparecchio si costruisce in guisa di avvicinare a suo grado la punta superiore *b* alla inferiore *a*. Appena i due fili metallici conduttori comunicano coi poli della pila, accostando a breve distanza la punta *b* alla punta *a*, s' arroventano, e tra loro splende luce brillantissima cui l'occhio appena può reggere. Il BUNSEN con fortissima pila ottenne così una luce pari ad oltre 60 fiamme di gas riunite, il DELENIS la produsse eguale a 225 fiamme di gas, ed è questa la luce elettrica che tra pochi anni verrà probabilmente applicata alla illuminazione delle grandi città.

Fig. 744.

2890. Il **potere assorbente** del *carbone di legna*, le sue *proprietà decoloranti* e l'*antisettiche* o *disinfettanti*, onde poi la preservazione delle carni, de' pali nelle punte conficcate nel terreno, e le *qualità* e *proprietà* più speciali del carbon d'ossa ecc., si diranno a luoghi opportuni.

Combinazioni del Carbonio coll'Ossigeno.

Acido carbonico. $CO^2 = 275$

2891. **Costituente dell'aria** nella meschinissima proporzione :: 1 : 2000, s'è già veduto quest'*acido carbonico* (§ 2854) in agricoltura, per vero

dire, importantissimo (1). Se non che rammentiamo eziandio il riflesso esternato al § 2885, che il *carbonio* non è come l'*ossigeno* ecc. di certa guisa apprensibile ed osservabile, e perciò non iscorgono i chimici nell'aria atmosferica che l'*acido carbonico*. Onde il dubbio: potrebbe mai trovarsi nella medesima *carbonio* puro in istato gaseiforme in assai maggior dose di quelle diecimillesime parti di *acido carbonico*? Dalle ricerche del BOUSSINGAULT fondate sui dati statistici di PARIGI, valutandone a 1 milione la popolazione, mediante l'*espirazione* e la *combustione* si svilupperebbero in 24 ore circa 3 milioni di metri cubici d'*acido carbonico*, tutto versato nell'atmosfera. Ecco il suo calcolo:

Prodotto dall'**espirazione**		degli *uomini*	m³ cub.	336777
»	»	dei *cavalli*	»	132370
»	dalla **combustione**	del legno	»	855385
»	»	del carbone di legno .	»	1250700
»	»	del litantrace	»	314215
»	»	della cera	»	1071
»	»	del sego	»	25722
»	»	dell'olio	»	28401
				2944641

Calcolate la popolazione del mondo intero, e moltiplicate pel numero dei giorni d'un anno, di dieci, d'un secolo si aggiugne a una cifra inesprimibile.

2892. Con sì **enorme produzione** *d'acido carbonico*, l'aria sarebbe omai divenuta irrespirabile. Ma quell'acido si compone d'*ossigeno* e di *carbonio*, come accenna la sua formola CO^2. I due equivalenti d'*ossigeno* vengono somministrati dall'aria che n'ha per un quinto del suo volume totale (§ 2847); ma tutto quel *carbonio* d'onde si genera? inoltre dove s'elimina tutto quell'*acido carbonico* che sarebbe sì fatale alla respirazione? L'uomo, narrano i chimici, e sino a certo grado il dimostrano, nel respirare, *aspira*, inghiotte aria che contiene il 4, o il 5 di *carbonio* per 10 mila d'aria: ma nell'*espirare* riversa nell'atmosfera un'aria che ne contiene il 4 in ogni cento parti d'aria *espirata*. L'eccesso adunque d'*acido carbonico* ch'esso non genera ma disviluppa, è allo incirca

$$x = \frac{4}{100} - \frac{4,5}{10000} = \frac{395,5}{10000}.$$

(1) Opinò il FOURCROY che gli antichi conoscessero l'*acido carbonico*, e il denominassero *spiritus lethalis*. PARACELSO e VAN-HELMONT per primi s'accorsero d'un gas che sprigionasi in dati casi dalle pietre calcari. PARACELSO lo chiamò *spirito selvaggio*, e VAN-HELMONT *gas silvestre*. Il dott. BLACK gli diè nome d'*aria fissa*; KEIR per primo il conobbe come *acido*, e lo chiamò *acido della creta*. Il BERGMANN avverato il sospetto del PRIESTLEY che facesse parte dell'aria atmosferica, lo dichiarò *acido aereo*, mentre il BEWDLY riconosciutolo irrespirabile lo denominò *acido mefitico*. Il CAVENDISH ne intravide la composizione di carbonio ed aria vitale: il LAVOISIER la constatò nel 1776, determinò la proporzione tra l'*ossigeno* e il *carbonio*, e lo disse *acido carbonico*. Ho steso questa nota per comodo degli studiosi di georgici scrittori in varie epoche, dai quali si fa talora menzione d'*aria fissa*, *acido cretico* o *mefitico*, ecc. affinchè possano apprezzarne il significato.

Tutto questo *carbonio* egli lo ricava dagli elementi di cui si nutre, vale a dire dalle piante di cui cibasi egli direttamente, ovvero da quelle che fornirono la nutrizione agli erbivori in ispecie di cui si pasce, o più indirettamente ancora mangiando *carnivori*, dagli alimenti vegetali che nutrirono gli *erbivori*, in ultima linea pascolo de' carnivori da lui consumati. Le quali piante, per funzione inversa a quella degli animali, s'appropriano il *carbonio* dell'*acido carbonico* esalandone l'*ossigeno* (1). Lo che tutto è da intendere per le generali, conciossiachè questo subbietto in ispecie al V Libro s'addica (2). Perenne adunque la produzione dell'acido in discorso, e perenne eziandio la consumazione. Quindi il provvidenziale mantenimento di una costante proporzione di esso nell'aria atmosferica.

2893. **Dimenticano i chimici,** nè la trascuri l'agronomo, un'altra sorgente d'*acido carbonico*, svolto dalle sementi de' vegetali nell'atto della germinazione. Il Rollo, per verità, fu il primo a scoprire questo sviluppo, ma in un'aria di solo gas *ossigeno*, e il De Saussure dimostrò l'egual volume tra l'ossigeno consumato, e l'*acido carbonico* prodotto (3), di guisa che questo fenomeno potrebbe a un certo segno paragonarsi ad una specie di fermentazione anzichè di germogliamento. Ma riposti i semi sotto campana ch'escluda la comunicazione coll'aria esterna, col favore della temperatura e dell' umidità sviluppandosi la germinazione, si trova che l'aria non ha diminuito di volume, bensì scemato l'*ossigeno*, ed aumentato l'*acido carbonico*. Oltracciò verissimo il consumo d'*acido carbonico* fatto dalle piante (4), ma sotto l'influenza della luce. Nelle tenebre, in tempo di notte gran parte ne restituiscono (5). Migliaia di piante viventi rubano all'aria il *carbonio*: altrettante migliaia si muoiono e collo scomporsi, o abbruciare e disciolversi restituiscono con usura il prestito avuto durante la vita. Errano poi i chimici quando vogliono calcolare la quantità di *carbonio* che una superficie in coltivazione preleva a carico dell'atmosfera: essi ommettono di tener conto dell'*acido carbonico* emanante dal suolo, per attenersi a quella minima proporzione di questo gas, a loro stima, contenuta nell'aria. Critica fatta dal Boussingault e Levy, la cui analisi sull'aria confinata entro il suolo vegetale nel seguente Libro sarà da rimemorare.

2894. Il **peso dell'acido carbonico** è maggiore di quello dell'*ossigeno* :: 1,977 : 1,429; e di quello dell'*idrogeno* :: 1,977 : 0,089. Tuttavia pongo

---

(1) Il lettore non dimentichi lo sviluppo di carbonio accennato per converso nel § precedente, ed attenda nel V Libro l'aggiustato concetto intorno coteste funzioni vegetali.

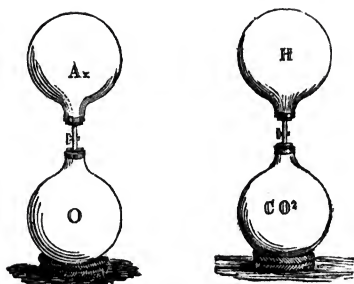
(2) Un ettaro di foresta produce annualmente 1750 chilogr. di carbonio fissato nel suo legno. Chevandier Comp. Rend. de l'Acad. des Sc. T. XVIII, pag. 143. Secondo il Liebig ne fisserebbe anzi 2000; quantità che verrebbe pur da 5000 chilogr. di fieno, 40,000 di barbabietole, 8000 di frumento, ecc. Liebig, *Chimie agricole*, pag. 14 (seconda Edizione).

(3) De Saussure, Rech. de Chim. sur la végétation, pag. 10.

(4) Il Bonnet per primo scoperse il fenomeno dello sviluppo di gas operato dalle foglie (*Sur l'usage des feuilles dans les plantes*, pag. 31). Il Priestley scoperse quel gas consistere in *ossigeno* (*Expériences et Observat.* Trad. Tom. 11, pag. 59). Lo Ingen-House dimostrò la necessità della luce solare perchè quello sviluppo avesse luogo (*Expériences sur les végétaux* Trad.). In fine il Sennebier provò quell'*ossigeno* derivare dalla decomposizione dell'*acido carbonico*. Lo investigare questa decomposizione, il determinare il rapporto in volume tra l'*ossigeno* disvincolato e il gas acido carbonico decomposto si deve a T. De Saussure.

(5) *Lorsqu'une plante reste en permanence dans un lieu obscur et à l'air libre, elle perd continuellement du carbone*, Boussingault, Econom. Rurale. Paris 1851, T. 1, p. 57.

ne' quattro palloni della fig. 745 *azoto* in quello segnato Az, *ossigeno* nel pal-

Fig. 745.

lone O, idrogeno nell'altro H sovrapposto al CO^2 che riempio d'*acido carbonico.* Comunicano essi cotesti palloni mercè que' sottili tubi designati dalla figura. In ragion di peso essendo quel dell'*azoto* 1,236, questi quattro gas vengono a sovrapporsi aggiustatamente come il provano i seguenti valori dei pesi medesimi.

Az = 1,236	H = 0,089
O = 1,429	CO^2 = 1,977

Invece di rimanersi ciascuno al loro posto, siccome legge di gravità prescriverebbe, dopo alquanti giorni si rinvien l'*ossigeno* mescolato coll'*azoto*, l'*acido carbonico* coll'*idrogeno.* Vi diranno fisici e chimici, è la loro proprietà espansiva che accorda a questi gas di sottrarsi all'universal legge della natura. Noi diremo invece, è la disegual dose di *sostanza eterea* interposta tra le loro molecole, diseguaglianza attestata appunto dal diverso peso di questi corpi che cagiona quel meschiamento.

2895. **Proprietà curiosissime** ha l'*acido carbonico* (1). Versando *acido solforico* (olio di vetriolo) su pietra da calce, in vaso aperto, vedi una effervescenza e svolgersi un gas ch'è appunto *acido carbonico.* Se si eseguisca tale operazione non in vaso aperto, ma in recipiente chiuso e saldissimo di ferro, soffre quel gas sì forte pressione ch'entro lo trovi allo stato di liquido. Quella pressione si calcola eguale a quella di 36 atmosfere, e se una goccia sottilissima di quell'acido carbonico liquido si lasci sfuggire nell'aria, ripiglia il suo stato di gas con tanta rapidità, ed assorbendo dal rimanente acido carbonico

(1) Ponendo un carboncello acceso da un lato entro un pallone ripieno d'*ossigeno* si eccita una vivissima combustione che in breve consuma il carbone: esaminando il gas del pallone si trova cambiato in *gas acido carbonico.* Ed è singolarissimo che il volume del gas rimane lo stesso di prima: fenomeno di gran peso a favore del riflesso esternato al § 2846.

libero tale quantità di calorico, che quest'ultimo solidifica in forma di neve. Ora quell'acido carbonico liquido riposto in tubo di vetro, all'aprire di questo lo rompe in mille frantumi: invece congelato, nella indicata apparenza di neve si può prendere in mano senza risentirne che intensissimo senso di freddo (1). Vi diranno che l'acido carbonico ha nelle sue molecole una virtù ripulsiva straordinaria: e nondimeno è sempre la forza dell'*impulsione* del calorico. Infatti l'acido non ripiglia la forma gasosa fuorchè successivamente e a mano a mano che può venirgli fornito sufficiente calore dai corpi vicini. Per accertarsi delle proprietà del *gas acido carbonico*, già dimostrai come lo si possa eseguire, nel § 2275 sussidiato dalla fig. 602 relativamente al suo peso maggiore dell'aria. Invece di versarlo da un recipiente in un altro, si può, come addita la fig. 746, versandolo su di un lume acceso, spegnerlo nell'istante.

Se vuoi d'altronde generare *acido carbonico* versa *acido solforico* (§ 2895) ovvero *muriatico* (spirito di sale) su pezzetti di pietra calcare, ad esempio entro la bottiglia rappresentata dalla fig. 747. Aggiugnendovi quel ricurvo cannello

Fig. 746.

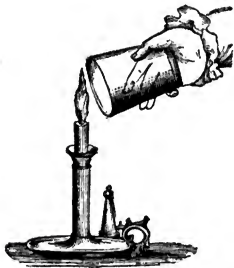



Fig. 747.

di vetro che pervenga nel vicino bicchiere a calice, se questo contenga acqua di calce, il gas che vi giugne sviluppato dal contenuto della boccia, renderà quell'acqua lattiginosa, formando *carbonato di calce*.

2896. Nella **fermentazione** poi spontanea de' letami, tra gli altri principii sviluppansi *ammoniaca* ed *acido carbonico*, onde la formazione de' *carbonati d'ammoniaca*. Aggiugnendo calce e terre calcari al letame, la calce s'appropria l'*acido carbonico* di que' *carbonati*, e l'*ammoniaca* se ne fugge per l'aria (2). Ecco la spiegazione teorica delle osservazioni esternate (§ 2875) sul disperdimento dell'*ammoniaca*. Aggiugnendo 0,1 di calce a 100 cent. di orina, il PAYEN, dopo 34 giorni di fermentazione, trovò in questa una perdita del 22

(1) LIEBIG, Lett. cit. LETTERA VIII. Nel laboratorio della scuola di farmacia di PARIGI il cilindro in cui erasi preparato l'*acido carbonico* liquido scoppiò cagionando la morte del preparatore. Noto questo fatto per chi fosse tentato di cimentare analogo sperimento, avvertendo che quel cilindro era una specie di cannone di ferro di 2 piedi e mezzo di lunghezza e 1 piede di diametro.

(2) PAYEN. *Troisième note sur les litières*. Compt. R. de l'ACAD. DES SCIENCES. Tom. XXXVII, pag. 94.

per cento d'*azoto*. Notisi però che effettivamente l'addizione di 2 parti di calce sovra un miscuglio di 20 di paglia con 100 d'orina, ne ha conservato l'*azoto* durante un disseccamento all'aria libera pel tempo di 8 giorni. Quindi il PAYEN tornerebbe alla teorica del GAZZERI, giacchè ritiene probabile, che la disseccazione manterrebbe per lungo tempo la composizione del miscuglio (in luogo riparato); il quale poi sparso nel suolo, per l'umidezza di questo svolgerebbe vapori *ammoniacali* a misura che la calce si convertirebbe in carbonato, e favorirebbe la decomposizione delle materie azotate.

Combinazioni del carbonio coll'Idrogeno.

Carburi d'idrogeno.

2897. Molti corpi produce il *carbonio* combinandosi coll' *idrogeno*, formando quindi *carburi*, tra quali si annoverano:

Solidi: la gomma elastica, la naftalina.

Liquidi: gli olii essenziali della trementina, del cedro, del limone.

Gasosi: il gas delle paludi, il gas illuminante ecc.

Alcuni emergono dalla terra, come il petrolio, il *gas idrogeno protocarburato*;

Molti dai vegetabili viventi, come l'essenze e gli olii essenziali;

Altri dai corpi organici in putrefazione (§ 2895) come il gas delle paludi;

Parecchi infine dai medesimi per decomposizione operata col calore, siccome i prodotti *idrocarbonati* raccolti distillando carbon fossile, grassi, resine, gomma elastica ecc.

Spetta adunque alla chimica della sostanza organica; lo intrattenersi di queste combinazioni appieno dipendenti da materiali della medesima. Infatti coll'alcool, mescendolo ad acido solforico, s'ottiene l'*idrogeno bicarburato*: da residui organici in decomposizione si ha il *protocarburato d'idrogeno* o gas delle paludi, che qualche volta l'agronomo vorrà saper conoscere per apprezzare la condizione più o meno salubre di valli proprie o vicine. In cotale emergenza prenda una bombola d'acqua con imbuto di larga apertura adattato al suo collo: la immerga come indica la fig. 748 a poca distanza dal fondo della palude, agitando con un bastone la melma da cui svolgerannosi gallozzole gasose che prenderanno il posto dell'acqua nella bottiglia. Lavando questo gas così raccolto, con una soluzione di potassa se ne toglie l'*acido carbonico*: poi introducendovi un po' di fosforo e lasciandovelo alcun tempo, si elimina l'ossigeno e rimane azoto coll' *idrogeno protocarburato*, gas senza odore nè sapore, nè colore, inetto alla respirazione ed alla combustione, atto però a bruciare con languida fiamma giallognola. Quando emana dalle miniere di carbon fossile ha nome di *mofetta* e dai Francesi di *feu grisou*.

Fig. 748.

Combinazioni del carbonio coll'azoto.

Cianogeno. $C^2Az=325$.

2898. **L'azoto combinasi col carbonio** in certe condizioni speciali da formare un composto ch'esercita funzioni di corpo semplice o elementare, e cui dissero i chimici *cianogeno*. Gas senza colore, con odore di mandorle amare irritante fauci e narici, e tale da produrre vertigini, e asfissia inspirandone anche pochissimo. Le combinazioni del *cianogeno* coll' *ossigeno*, e quelle in ispecie coll'*idrogeno*, ne interesseranno in progresso per riflessi attinenti alla chimica della *sostanza organica*.

Combinazioni del carbonio collo solfo.

Solfuro di carbonio. $C\,S^2=475$.

2899. Lo **solfo e il carbonio** si combinano mercè una temperatura elevatissima, e formano il singolar corpo chiamato *solfuro di carbonio*, che ho qui solo accennato, perchè giova ravvisare in esso il prodotto della combustione del *carbonio* nello *solfo*, il quale esercita in questo caso le funzioni dell'*ossigeno* nella combustione ordinaria del carbone.

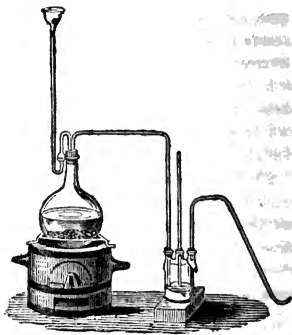
[6] Cloro. $Cl=443,2$.

2900. L' **influenza del cloro** nell'atto della germinazione venne sperimentata dallo HUMBOLDT or fanno 60 anni, e sì favorevole che posti alcuni grani di crescione (*Lepidium sativum*) in due provini di vetro, contenente l'uno acqua comune, e l'altro una dissoluzione di *cloro*, amendue collocate all'oscuro, ed a costante temperatura di 15°, nell'ultimo provino il germogliamento accade in 6 a 7 ore, e nell'acqua in 36 a 38 (1). Ne' giardini botanici di BERLINO, di VIENNA, in seguito a quell'esempio, avendo semi assai invecchiati si ottenne col *cloro* di farli germogliare, mentre ogni altro tentativo rimasto era senz'effetto. Si conchiuda che la virtù del *cloro* non dipende da speciali emergenze del *crescione*, come il primo fatto unico avrebbe permesso di sospettare.

2901. Le **qualità del cloro** sono: stato gasoso suscettivo di venir liquefatto sotto acconcia pressione: color giallo-verde, onde il suo nome: spiacevole odore, irritante fauci e narici: sapore pungente: solubilità nell'acqua, massime a temperatura di $+8°$. Non respirabile; pernicioso, quando anche in piccola quantità misto all'aria, e capace di promuovere sputi di sangue e soffocazione. Agevole il procurarsi questo gas, scaldando un miscuglio di *biossido di manganese* ridotto in polvere, con un po' d'*acido muriatico concentrato* del commercio. Per operare cautamente si pone il miscuglio in un palloncino

(1) HUMBOLDT, *Flora Fribergens. subterr.* 1793, p. 156.

(fig. 749) con tubo addultore, che poi si fa comunicare con una campanella capovolta nel bagno idropneumatico (§ 2728 e fig. 726). La boccia a tre colli contiene un po' d'acqua, affinchè passandovi entro il gas vi lasci le materie estranee che seco traesse.

Fig. 749.

2902. **Che si fa egli del cloro** (obbietterà taluno) perchè torni utile descriverne la preparazione? Oltrecchè interessa la cognizione del *cloro* pel fenomeno della esalazione notturna, che secondo lo SPRENGEL, ne fanno le piante marine (1): oltrecchè l'*idroclorato*, o *muriato* di *calce* rinviensi nel succo delle foglie di tabacco, nella radice dell'*aconytum lycoctonum*, nel rizoma della *curcuma longa*, ne' fiori del *narcissus*, *pseudo-narcissus* ecc.: oltrecchè ha virtù di scomporre l'acqua, e di scolorire, prestandosi meravigliosamente allo imbianchimento delle tele purchè cautamente adoperato, serve qual mezzo efficacissimo di *disinfezione*, per distruggere le emanazioni contagiose, per purificare gli ambienti malsani, l'aria alterata delle stalle, delle bigattiere ecc. (2). Il *cloro* a piccole dosi agisce più energicamente e più salutarmente de' vapori acidi, i quali nell'interno degli ambienti riescono incomodi o dannosi perchè affettano gli organi respiratorii. Un liquido infetto, di natura animale, viene *disinfettato* in pochi istanti da una dissoluzione di *cloro*. Infine al VII LIBRO riserbo alcune applicazioni discendenti dalla sovra citata sperienza dell'HUMBOLDT.

[7] Iodo. I=1586.

2903. Molte **piante marine** abbondano di *iodo*, corpo solido all'ordinaria temperatura, colore di grafite, fusibile a temperatura di +107°, e bollente a +180°, con odore analogo a quello del *cloro*, ed acre e irritante sapore. Volatilizza prontamente in vapori densissimi e violacei, onde il nome. Agisce sugli altri metalloidi quanto il *cloro* ed il *bromo*; com'essi forma *ioduri* coi metalli,

(1) DECANDOLLE. Physiologie etc. T. 1, pag. 220.

(2) Eccone le principali applicazioni noverate dal PAYEN. « *Blanchiment* des fils et des tissus de coton, chanvre, lin: de la pâte à papier: *enlevages* des couleurs: *fabrication* du chlorate de potasse: *extraction* de l'iode: *préparation* du cyanure rouge de potassium; *essai* de l'indigo et de quelques autres matières colorantes: *analyse* des gas, combinaisons organiques, oxidation: *désinfection* des latrines, des boyauderies, des salles de dissections, des harnais et équipements des chevaux morveux: *traitement* des plaies infectes et des brulures. PAYEN. Prec. de Chim. Indus. pag. 185-186.

e l'organiche sostanze altera e distrugge. Un po' d' *iodo* in una soluzione d'amido la colorisce prontamente in azzurro: scaldando cotale liquido, in breve tempo si scolora, mentre raffreddando ritorna azzurro. L'agronomo dovea conoscere questo corpo, perchè trovasi in moltissimi vegetabili, nelle ceneri delle torbe, delle piante acquatili, delle forestali, delle palustri, nell'acqua di mare, e come dimostrò il CANTÙ professore a TORINO, nell'atmosfera (1). S'incontra in terreni diversissimi, negli animali acquatici sia di mare che d'acqua dolce; e se la fotografia offre l'applicazione più estesa e diretta de' vapori di questo corpo, se la medicina trae dall' *iodo* efficaci rimedii, la pubblica igiene potrebbe ricavarne meraviglioso provvedimento allo stato fisico, intellettuale e morale dell'alpigiane popolazioni (2) ove il gozzo è frequente, endemico il *cretinismo.*

2904. **L'influenza dell'Iodo** si rilevò, pure dal CANTÙ, benefica alle piante inaffiando con soluzione d'*iodo* grani seminati in pura sabbia, che più prontamente e rigogliosamente germogliarono (3). Il VOGEL però lo sperimentava inefficace. Del che meglio nel V LIBRO insieme con alcun riflesso sul *bromo* (4), riserbando poi al VI parecchie investigazioni sulle utili applicazioni dell'*iodo* in certe alterazioni dell'economia animale (5).

[8] Fluore. Fl = 240.

2905. Lo **spato fluore**, sostanza minerale detta anche *calce fluata*, si compone di *fluore* e di *calcio*, nello stato di *floruro di calcio.* Eziandio col *ferro*, col *magnesio*, coll'*alluminio*, col *cerio*, trovasi in natura combinato il *fluore*; il *mica* e l'*anfibola*, quasi tutti i *fosfati*, lo smalto dei denti, le ossa degli animali ne contengono quantità più o meno percettibili. Ma perfettamente isolato nè in natura nè con mezzi chimici si è potuto ottenere. Distillando la pietra dello *spato fluore* polverizzata, con *acido solforico* concentrato in acconcia storta di *platino* o di

---

(1) Negarono il LOHMEYER, nella sessione 21 aprile 1853 della R. Soc. di Scienze di GOETTINGUE, e STEVENSON MACADAM la presenza dell'iodo nell'atmosfera ed in molti altri *prodotti* naturali contro le affermazioni del CHATIN, il quale rispose ai medesimi rendendo anche debita giustizia al CANTU', come rilevasi dall'INSTITUT 24 août 1853.

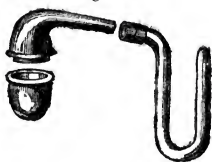
(2) *Il est donc possible de prévenir par un procédé économique, par une formule simple l'addition de l'iodure de potassium au sel ordinaire, la dégradation physique intellectuelle et morale des populations malheureuses des hautes chaînes des montagnes.... pour diminuer les ravages du crétinisme, des scrofules, de la consomption pulmonaire ou ces affections sont endémiques, et prévenir le développement du goitre* etc. FOURCAULT, Infl. des milieux ecc. C. R. de l'Acad. des Sc. T. XXXIV, p. 43.

(3) Calend. Georg. Tosc. 1827. pag. 44.

(4) Non fo motto del *bromo*, perchè la sua parentela, per così dire, col *cloro* e coll'*iodo* si considera tale da indurre qualche chimico a supporre possibile che *cloro*, *bromo* e *iodo* corrispondano a tre stati isomerici di un sol corpo. V. SELMI (nota 21) alle citate Lettere del LIEBIG, pag. 494. Io però trovo le funzioni del *cloro* assai importanti per doverlo tenere altro corpo che il *iodo* od il *bromo*.

(5) Ad esempio l'impiego della tintura d'*iodo* a fine di preservare le greggi dalla *cachessia acquosa* proposto e sperimentato dal ROMANET, *Compte R. de l'Académie des Sciences*, T. XXXVI, pag. 324.

piombo (fig. 750) si raccoglie un liquido senza colore, e fumante, designato dai Chimici per *acido fluoridrico*. Il quale sopravvince d'energia i veleni più corrosivi, ed intacca il vetro, come scoperse del 1670 lo SCHWENKHARDT. Una sola goccia di quest' acido cadendo sulla pelle vi produce una vescica, d'onde poi un'ulcere malagevole a guarire. La sua energica azione sulla *silice* verrà poco stante investigata.

Fig. 750.

[9] Fosforo. Ph=400.

2906. I *fosfati* abbondano nel regno minerale, in ispecie nelle roccie ignee: ma si trova molto più frequente l'acido *fosforico* ne' terreni dell'epoche geologiche più recenti, cioè formati dopo la comparsa degli esseri organici, di guisa che potrebbe conghietturarsi depositatovi col sotterramento di quelli che vi sono periti (1). Forse le analisi non lo seppero rinvenire nelle formazioni anteriori a simiglianza del *iodo* e del *bromo* sino a' dì nostri disveduti nelle analisi dell'acqua del mare. I Chimici antichi ritraevano il *fosforo* dalle orine umane, finchè lo SCHEELE e il GAHN ne conobbero l'esistenza nelle ossa. Corpo bianco alcun poco giallognolo, notissimo pel suo odore d'aglio, cedevole, flessibile, a temperatura di + 44° appieno liquido, ed a + 200° in istato di bollizione, dotato poi di quella proprietà singolarissima e caratteristica (onde il suo nome) di splendere luminoso nella oscurità: e ciò anche nel vuoto e in atmosfere di *gas azoto*, o *gas idrogeno*. Agitando l'acqua in cui conservasi il *fosforo*, sprizza luce essa pure nelle tenebre. Abbruciando *fosforo* nell' *ossigeno* puro, splende ed abbaglia quanto raggio di sole, ed è infatti sì eminentemente combustibile, che ad evitare che si accenda fa mestieri sottrarlo dal contatto dell'aria, conservandolo in vasi pieni d'acqua.

2907. Entra il **fosforo** nella composizione delle **piante** coi *fosfati di calce* che riscontransi nelle foglie d'aconito napello, nelle radici di peonia, di ninfea bianca, di poligala senegal, di regolizia, nel succo della chelidonia, ne' semi di senape nera, d'arachide, nel legno di campeggio, nel bulbo dell'aglio. Il RASPAIL (2) trovò cristalli di *fosfati di calce* nelle cellule della tifa, delle orchidee ecc. *Fosfati di magnesia* rinvengonsi nella radice di brionia o zucca selvatica, nella farina d'orzo ecc. In generale i *fosfati* terrosi, *fosfati di calce* o di *magnesia* ecc. entrano nel circolo della vegetazione, perchè alquanto solubili nell'acqua carica d'*acido carbonico*: abbondano nelle piante in istato di crescimento, scemando nell'età più avanzata: la corteccia ne contien meno del legno, e questo meno dell'alburno (3). Il *fosfato* di *potassa* trovasi ne' frutti del castagno d'India, nei semi di lino e di fava, nel pomo di terra, nello stelo del grano, dell'orzo e del maïs, e sovrattutto ne'grani di queste piante. Il *fosforo* poi solo, ossia nello stato

---

(1) BOUSSINGAULT, Econ. Rur. loc. cit. Tom. I, pag. 575.
(2) *Bull. Sc. Nat.* 13, p. 369. *Journ. des Pharm.* 1828, pag. 590.
(3) DECANDOLLE, *Physiol. veget.* T. I, pag. 397.

di *acido fosforico*, esisterebbe secondo varii chimici, nel succo della cipolla, nello *sprone* de'cereali ecc., anzi senz' *acido fosforico* o sali terrosi non produconsi fibrina, nè caseina vegetali. L'*acido fosforico* del *fosfato di calce* che le piante legnose espellono in grande quantità, e che si trova nella loro corteccia, è indispensabile allo sviluppo del seme de' cereali e de' legumi (1). Direttamente applicati il *fosforo* e suoi composti agiscono nelle piante come veleni, ed il MARCET fece perire un albero ponendone nell'interno del suo tronco. Un luccicare, una fosforescenza di alcune parti (§ 2591) s'avvera in certe piante; il NEES d'ESENBECK (2) segnalò per distintissima quella all'estremità delle *rhizoma amorpha subterranea* ed *aidula*; ma di questo fenomeno come della specie di scintillamento rilevato dalla figlia del sommo LINNEO ne' fiori del nasturzio, dei tageti ecc., si dirà nel V LIBRO.

2908. Fosforo negli animali. Intanto il seguente Prospetto, oltre al convincere della sostanza del *fosforo* nelle piante serve ad offerire un' idea della relazione tra la composizione del sangue degli animali, e quella degli alimenti loro, rispetto alle sostanze minerali, fatta deduzione del sal marino e dell'ossido di ferro.

Ceneri di	Acido fosforico	Potassa e soda	Calce e magnesia	Acido carbonico	Silice e acido solforico
1. Sangue di pecora (3) . . .	14,80	55,79	4,87	19,47	—
2. » di bue	14,04	59,97	5,64	18,85	—
3. Cavoli bianchi	15,7	49,45	14,08	12,42	—
4. Rape	14,18	52,—	15,58	8,05	—
5. Pomi di terra	16,85	55,44	6,74	12,—	—
6. Sangue di cane nutrito di carne	56,82	55,24	2,07	—	5,87
7. Sangue di bue nutrito di piselli e pomi di terra . .	42,05	45,95	6,17	—	7,85
8. Sangue di maiale	56,05	49,8	5,8	—	9,99
9. » di gallina	47,26	48,41	2,22	—	2,11
10. Ceneri di piselli	54,01	45,52	9,61	—	10,86
11. » di segala	47,29	57,21	11,60	—	5,90

Le parti incombustibili de' liquidi che inzuppano la carne, in tutti gli animali constano di *fosfati* alcalini, *fosfato di calce* e *fosfato di magnesia*. Nè la scienza giunse ancora a comprendere il modo con cui il *fosforo* intervenga nelle funzioni organiche. E intendasi bene, sì vegetali che animali. Conciossiachè l'opinare con certi chimici, per quanto sapienti e lodatissimi, che il *fosforo* entri nel circolo della vegetazione, soltanto perchè da questa passi dipoi nell'organismo animale, sarebbe concetto infelicissimo come più innanzi verrà palese.

(1) LIEBIG, Lett. cit. LETTERA XXII, pag. 196.
(2) *Act. Soc. Nat. Curios.* XI part. 2.
(3) Queste analisi per ciascuna specie di cenere appartengono ai seguenti chimici: 1 e 6 VERDEIL; 2 e 7 STOELZEL; 3 e 4 STAMMER; 5 GRIEPENKERL; 8 STRECKER; 9 HENNEBERG; 10 ed 11 WILL e FRESENIUS.

[10] Arsenico. As=937,5.

2909. **L'azione velenosa** dell'arsenico, sperimentata da botanici e chimici su diversi vegetali, dimostra la perniciosa efficacia di questo metalloide (o metallo) nel distruggere qualunque specie d'organismo. Tuttavia il JOEGER vide crescere una piccola pianta (forse il *mucos imperceptibilis*, a stima del DECANDOLLE) in un'acqua contenente un trentaduesimo (in peso) d'*arsenico*: e le piante a succo vischioso sembrano resistere all'azione sua più lungo tempo dell'altre. Il CARRADORI verificò impedirsi la germinazione de' semi irrigandoli con acqua arsenicata: il confermò l'HUMBOLDT (1), il JOEGER ed il VOGEL, il quale constatò analoghi effetti coll'*acido arsenioso*, e coll'*arseniato di piombo*. Quasi sempre poi per osservazione del LINK (2), immergendo un ramo in soluzione d'*arsenico* non soltanto esso muore, ma tutta la pianta eziandio. Ma il MARCET vuotando in piccola fessura fatta nel tronco del *lilas* venti grani d'*ossido d'arsenico* stemperati nell'acqua, e richiudendola, avvelenò per così dire la pianta dal basso all'alto: effetto analogo sperimentò in un ramo di rosaio. Questi fatti saranno da riassumere nello studio fisiologico del vegetabile.

[11] Boro. Bo=137,5.

2910. Il **boro**, corpo solido, di colore oliva-scuro, leggermente solubile nell'acqua, infusibile a qualsisia temperatura, brucia riscaldato nell'ossigeno con brillanti scintille. Ricavasi dall'*acido borico*, e il DAVY che lo scoperse nel 1807 l'ottenne esponendo quest'acido all'azione di poderosa corrente elettrica. Il borace è un *biborato di soda*, che trovasi nell'isola di CEYLAN, nella TARTARIA meridionale ecc., e si compone eziandio artificialmente, facendo bollire con acqua e carbonato di soda l'*acido borico* che soffia dalle viscere della terra ne' così detti *lagoni* della TOSCANA. Molte acque termali contengono acido borico: quelle d'AIX in SAVOIA, d'OLETTE ne' PIRENEI, di BAGNERES-DE-LUCHON, di BARÈGE ecc., di VICHY. La *boracite* è una specie di *borato di magnesia* che trovasi cristallizzato negli strati di gesso presso LUNEBURG.

2911. Si combina inoltre colla *potassa*: si ha pure *borato d'ammoniaca* solubile nell'acqua, introducendo *acido borico* cristallizzato in un'atmosfera di gas ammoniaco, e lasciandovelo finchè cessi d'assorbirne (3). Versando una soluzione di *borace* in quella di un sale di *calce*, si ottiene un precipitato, il *borato di calce*, sostanza molle, vischiosa ed amorfa. È inutile indagare le altre sue combinazioni o *borati* di *barite*, di *stronziana*, di *manganese*, di *ferro*, di *rame*, d'*argento*, di *piombo* ecc. Di recente il FILHOL, dopo averne rinvenuto in feldspati provenienti dai PIRENEI, e in pigmatiti dell'AVEYRON, scoperse acido borico in molte potasse di commercio: ond'egli opina che non ne sia forse mai discompagnato l'*acido silicico*. A di lui stima l'*acido borico* trovasi nelle ceneri della

(1) Versuche über die gereizte muskel und nervenfaser, II, pag. 423, citato dal JOEGER e dal DECANDOLLE.
(2) FERRUSSAC, Bull. des Sc. Nat., n. 19, pag. 56.
(3) PIRIA, Tratt. Elem. cit. pag. 692.

maggior parte de' vegetabili, ancorchè cresciuti in terreni lontani da qualsiasi catena di monti, e che non offrano indizii d'origine vulcanica (1). Egli è per questa sua presenza nelle piante che ho fatto cenno del *boro*, in ispecie perchè ne' Trattati di Chimica Agraria, o di botanica che posso consultare, non vidi mai cenno di sua esistenza in alcuna analisi di ceneri.

[12] Silicio. Si=266,7

2912. Il **quarzo** è la *silice* dei chimici; questa il risultato dell'ossidazione del *silicio*. Il cristallo di rocca vuolsi considerare per la *silice* più pura. In molti luoghi l'acque termali per evaporazioni e per raffreddamento lasciano una deposizione amorfa, bianca ma opaca, insipida e tenuissima, infusibile ma solubile nell'acqua, negli acidi e negli alcali, e questa materia è *silice*, la quale appare come polvere bianca e ruvida, di densità 2,7. Infusibile al più energico fuoco, non regge però al calore del miscuglio di gas *ossigeno* e gas *idrogeno*, per cui fondesi ed anco volatilizza. Divien solubile in casi analoghi agli accennati nel § 2918 relativo ai metalli. E realmente tra i metalli terrosi sarebbe forse posto più dicevole al *silicio*, che tra i metalloidi.

2913. **Sabbia e silice,** pel chimico hanno eguale significato, perchè purificata la *sabbia* da ogni materia eterogenea offre all'analisi in 100 parti 52 d'*ossigeno* e 48 di *silicio*, appunto costituenti la *silice*. Ma l'interesse maggiore offerto per l'agronomo nello studio della *silice* come elemento del terreno agrario, e la necessità di non imitare i chimici confondendola colla sabbia, ne risulteranno più opportunamente nel IV Libro, bastando per ora brevissimo cenno sulle sue chimiche relazioni e proprietà.

2914. **L'insolubilità della silice** e de' *sali silicei*, relativamente all'acqua, rendea difficile lo spiegare la quantità, comecchè non considerevole, che ne contengono i vegetabili. Il BERZELIUS però avea dimostrato la solubilità nell'acqua della *silice* allo stato nascente. D'altronde l'acqua nello stato in cui perviene alle radici è tutt'altro che acqua pura, e la *silice* essendo solubile in essa quando reca vari principii in dissoluzione o anche in sospenso, come si dirà in altro luogo, non è meraviglia s'entri nel circolo della vegetazione: i *solfuri* poi di *silicio* sono solubili nell'acqua (2), oltrecchè i riflessi esternàti più sotto nel § 2918 bastano per ispiegare il fenomeno della reale sua presenza nelle piante. Il VAUQUELIN ne trovò composti per oltre la metà, i semi d'avena. Lo SCHROEDER ne rinvenne inoltre nella segale, nell'orzo e nel frumento. Il DAVY pretendea che in tutte le piante ch'hanno fusti vuoti, canne, gramigne, ecc. l'*epidermide* risulti col microscopio composta d'una specie di retatura vetrosa ch'è principalmente terra silicea (3). Lo che non si ammette dal DECAN-

---

(1) FILHOL, *Note sur l'existence de l'acide borique dans divers produits naturels*. Comp. Rend. de l'Acad. des Sciences, T. XXXVI, pag. 328.

(2) FREMY, *Rech. sur les sulphures décomposables par l'eau*. Afferma nella sua bella Memoria che *lorsque le sulphure de silicium est très-pur, et qu'on le laisse tomber dans l'eau, il produit une vive effervescence d'acide sulphydrique, et de la* silice hydratée *qui reste* entièrement en dissolution dans l'eau.

(3) DAVY. *Elem. di Chim. Agr.* trad. TARGIONI. FIRENZE 1807. Vol. I, pag. 68.

DOLLE pe' fusti vuoti delle piante *esogene* (1). Ma, per verità, nelle ceneri di moltissime piante venne trovata dal MACIE, dal TURNER, dal FOURCROY dal BRACONNOT, dal SAUSSURE e da molti altri chimici. La sua malagevole solubilità rende anzi più permanente la sua presenza nel crescere in età de' vegetabili, mentre i sali più solubili scompaiono.

2915. De' **metalloidi** non aggiungo altro cenno, parendomi aver detto quanto basta per comprendere di poi le funzioni loro nel magistero della vegetazione e analogamente dirigere il concorso dell'arte per favorirne lo sviluppo e la prosperità secondo la mente dell'istrutto coltivatore. Ho toccato sin qui di corpi in certo modo invisibili, di cui l'uomo del campo ignora l'esistenza, e difficilmente comprenderà dalla brevissima esposizione tracorsa l'importanza che più innanzi gli verrà manifesta, delle proprietà di cui godono e della essenziale influenza ch'esercitano nel successo della coltivazione. Nulla ancora ho accennato sull'edificio della macchina organica, ma intanto il leggitore benevolo ha potuto conoscere alcuni de' materiali intimi, e fondamentali della medesima. Negli ordinarii Trattati di CHIMICA AGRARIA si comincia issofatto a disputare della forma, delle parti, delle proprietà e qualità della fabbrica organizzata, del modo con cui sono collocati e connessi, e con quali ufficii, i suoi materiali; ma sul supposito sempre che dessi sieno cogniti, dispiegando cioè una Chimica che è parte o corollario d'un'altra Chimica ignota all'agronomo, onde poi l'agraria che ne discende non può riuscirgli che un vero enigma. Le quali cose non si vogliano qui rimarcate, per amore di censura dell'altrui opere laudatissime, ma solo per ischiarire la ragione dell'aver io dovuto schierare, di certa guisa senza tal quale collegamento fra loro, le descrizioni separate de' metalloidi che l'agronomo dee conoscere, e cui debbo ora far succedere quelle degli altri corpi dal chimico riguardati come metalli.

Art. II. Metalli (*).

2916. Due **avvertenze** faccia l'agronomo, nello investigare i rapporti delle sostanze minerali coll'organismo.

2917. 1ª Le **ceneri** de' corpi organici fanno conoscere le sostanze minerali di cui erano costituiti. Prenderebbesi abbaglio tuttavia quando si credesse che nel corpo organico esistano quali scontransi nelle ceneri. Colla cinefazione distruggonsi gli acidi organici: se l'acido trovavasi unito a *soda* o *potassa*, nelle ceneri il risultato è un *carbonato alcalino*: un *sal calcare* darebbe carbonato

(1) DECANDOLLE, *Physiol.* loc. cit. pag. 384 in nota.

(*) A pagina 1069 al § 2776 è occorso un grave errore tipografico, per cui dee la indicazione delle Classi de' metalli leggersi come segue:

I. Classe. Terrosi.

METALLI non servibili in istato metallico alterandosi all'aria:

Potassio; Sodio; Bario; Calcio; Alluminio; Magnesio; Manganese.

II. Classe Malleabili.

METALLI che s'impiegano in istato metallico o poco alterabili all'aria:

Ferro; Zinco; Rame; Piombo; Mercurio;
Stagno; Argento; Oro.

di calce: un *sale magnesiaco*, della *magnesia* isolata in forza dell'alta temperatura. Non conservano lo stato precedente che i sali capaci di resistere a un forte calore, i *fosfati*, i *solfati*, e i *cloruri*.

2918. IIº **Insolubili** crede il chimico non pochi sali minerali, avvegnachè la Natura abbia altri mezzi che la chimica non possiede per eseguire le più meravigliose combinazioni, e scomposizioni. La *silice*, creduta insolubile, (§ 2914) dal PAYEN, si trovò disciolta nell'acqua di *Grenelle* e della *Senna*. Altre materie insolubili si rinvennero disciolte dai VERDEIL e RISSLER come dirò più innanzi. Se adunque nelle piante esistono sali insolubili, addiviene per tre modi.

Primo mezzo: il formarsi eglino entro i tessuti organici, col giugnere successivo, ed azione reciproca di altri sali solubili.

Secondo mezzo: l'azione entro il suolo di organi vegetali in pieno sviluppo che ne soggioga la insolubilità.

Infine: la presenza nel suolo di sostanze organiche in decomposizione.

In altro luogo le prove: per ora, premesse quest'avvertenze, dovendo dire in genere de'metalli la cui cognizione ricorre nell'AGROLOGIA, per più facile comprendimento li distinguo nelle due classi specificate al § 2776, e nell'ordine di loro maggiore importanza per questi studi.

2919. **Che intendasi per metallo** secondo i Chimici, e con qual confusione rispetto ai *metalloidi*, l'ho avvertito pel § 2775. Per seguire la corrente m'attengo io pure alla distinzione ivi accennata fra *metalli terrosi* e *metalli veri*, per così dire, nel significato in cui volgarmente si riconoscono. Noterò poi tra le proprietà chimiche in genere dei *metalli* posti in relazione coi *metalloidi* studiati :

I. **Azione dell' ossigeno**: tutti i metalli assorbono *ossigeno*, ma con differenti condizioni di temperatura, e dello stato secco, o umido del medesimo. Il *ferro*, come s'avvertì, nell'*ossigeno* secco non arrugginisce:

II. **Azione dello solfo**: qualunque metallo si combina direttamente collo *solfo*, quando con esso venga riscaldato, o questo passi nello stato di vapore sovra il metallo caldo:

III. **Azione del cloro**: anche più energica di quella dello *solfo*. Molti metalli ridotti in polvere s' infiammano gittandoli entro fiala ripiena di gas *cloro*.

IV. **Azione del fosforo**: esso si combina facilmente coi metalli *alcalini*, e *alcalino-terrosi* (§ 2927) se col medesimo vengano riscaldati: ma non gli altri, perchè il *fosforo* si volatilizza innanzi che la temperatura sia abbastanza elevata per determinare i metalli a seco lui combinarsi:

V. **L'iodo** agisce come il *cloro*, ma con più debole affinità:

VI. Col **silicio** e col **carbonio**, col **boro** e coll'**arsenico** soltanto alcuni metalli si combinano, come sarà, dove occorra, dichiarato.

I. CLASSE. METALLI TERROSI.

2920. **Altri riflessi** principali ricorrono opportuni nello studio chimico de' metalli: quali relativi alla loro *presenza* ne' vegetabili: quali relativi all'*azione* loro sui medesimi. Mi farò chiaro con pochi fatti.

2921. Iº Parlando del *sodio* rileverò l'opinione del CHEVREUL, per la quale la *soda* esisterebbe nel vegetale vivo in istato assai diverso da quello in cui si re-

sidua nelle sue ceneri. I nostri mezzi non giungono a conoscere se un metallo esista nell'organismo in istato di *solfato*, oppure di *nitrato*, di *carbonato* e via dicendo. Il chimico analizza le terre, e le ceneri dei vegetali in esse cresciuti. Trova in queste ad esempio carbonati alcalini che non esistono nè in alcuna pianta nè in alcuna specie di terreno. È dunque la cinefazione che distruggendo l'opera organica, ne tramuta lo stato di composizione de' materiali da essa in altro modo impiegati. Questo a conferma del § 2917.

2922. II° I sali a base di *potassa* nuocono, a stima del DAVY, quando superino la proporzione di un trentesimo della soluzione con cui s'irrighino le piante. Limitando la dose alla proporzione di 1 di *nitrato*, *acetato*, *carbonato* di *potassa* per 300 parti d'acqua, sembrano esse vantaggiarne (1). Egual concetto espone pei sali ammoniacali e giustamente (2). Chi non sa infatti che l'uomo s'avvelena coll'inghiottire soluzione concentrata d'*acido solforico* (olio di vetriolo) mentre infondendone alquante gocce in un bicchier d'acqua ne compone innocua e grata bevanda? Non altrimenti il medico si vale di veleni perchè agiscano come rimedii.

2923. III° La **sostituzione** di una sostanza materiale in posto d' un'altra negli esseri organici vuolsi da molti chimici. Mi spiego: mancando un terreno di *magnesia*, potrà supplire la *calce* all'uopo della vegetazione: lo stesso dicono della *potassa* e della *soda* che reciprocamente si possano sostituire. Per verità, veggiamo l'uomo e moltissimi animali indifferentemente nutrirsi con sostanze organiche diverse: e tra le piante ne scorgeremo talune alimentarsi, per così dire, di *soda* in vicinanza del mare, e prosperare similmente nell'interno de' continenti giovandosi di *potassa*. Ma nella Natura ove trovasi *ferro* non manca il *manganese*: ove la *calce*, havvi d'ordinario *magnesia*: la roccia alcalina che contiene *soda*, rarissimamente si mostra priva di *potassa*. Quindi la supposta proprietà di *sostituirsi* potrebbe derivare di frequente da poco accurate analisi: d'altronde trovasi spesso ad esempio la *magnesia* in terreni privi di *calce*, e i chimici mentre hanno attribuito alla *calce* la facoltà di sostituire la *magnesia*, hanno dovuto riconoscere che questa non può a quella sostituirsi.

2924. IV° Le **differenze nelle proporzioni** tra i principii minerali di cui può valersi una pianta, meritano seria considerazione dall'agronomo per giudicare delle analisi chimiche. Tolgasi esempio dal seguente

PROSPETTO
di analisi di ceneri di viti, e di foglie di maïs

SOSTANZE MATERIALI	VITE			MAIS	
	Terreni quarzosi terziarii	Terreno calcare devonian.	Micaschisto	Terreno quarzoso terziario	Terreno calcare devonian.
Potassa e Soda . .	26,78	22,76	25,75	45,77	14,88
Calce	20,43	26,54	24,40	4,24	9,68
Acido carbonico .	15,71	20,24	17,67	8,41	3,83
Carbone e Sabbia .	11,08	9,10	8,40	11,27	11,84

(1) DAVY, Elem. di Chim. Agr. V. I.
(2) Il CARRADORI vide la germinazione de' grani avversata dalle soluzioni di tannino. Ma se s'adopri allungatissima la vegetazione vien favoreggiata.

Acido fosforico .	10,39	13,80	12,34	9,32	18,76
Ossido di ferro .	9,10	» 17	» 14	» 71	» 61
Magnesia . . .	2,96	5,03	6,70	1,46	9,58
Silice	» 92	» 44	1,81	14,98	29,36
Acido solforico . .	1,70	1,67	1,78	» 47	» 68
Cloro	» 32	» 25	» 28	3,01	» 28
Perdite	» 61	——	» 73	» 36	» 50
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

2925. Ad onta delle imperfezioni di questo Prospetto, quali appaiono il non distinguere la potassa dalla soda, e peggio ancora il carbone dalla sabbia, il non accennare le combinazioni de' principii rilevati fra loro, prova esso nondimeno che alle medesime piante soddisfano quantità diverse degli stessi principii. Per l'agronomo poi queste analisi rimangono perfettamente inutili per due cause: I. quando non viene indicato se la vite, ad esempio, le cui ceneri conteneano 26,54 di calce, era più prospera di quella in cui se ne rinvennero solo 20,43 ecc. II. occorrerebbe sapere quale sia il limite minimo cui dee aggiugnere la quantità di ciascuno de' notati principii, e di più se alcuno di essi possa impunemente sopprimersi.

2926. Con questi riflessi si spiegano gli opposti risultamenti di sperienze fatte e riferite d'altronde con tutta buona fede. Senza poi discervellarsi con difficili studi per indagare di qual guisa una sostanza riesca nociva nello stato di combinazione piuttosto con un acido che con un altro fa mestieri attenersi a fatti per isperiali e ripetute sperienze divenuti incontrovertibili. I metalli poi propriamente detti, se n'eccettui il *ferro*, il *manganese*, ed il *rame*, è da credere che difficilmente si trovino nei vegetabili, e forse mai nello stato metallico: quando viene affermato che se ne sono rinvenuti, è da dubitare che vi sieno stati introdotti colle materie adoperate nelle loro analisi. Sospetto anzichè mio, del DE CANDOLLE (1) e non attendibile nelle più accurate analisi degli odierni chimici, i quali possono prendere equivoci rispetto allo stato di combinazione in cui trovisi un corpo elementare, ma non adoperare per reagenti sostanze identiche a quelle che cercano.

2927. I **metalli terrosi** che mi fo a considerare per lo studio dell'agronomo sono (§ 2776)

ALUMINIO: CALCIO: MAGNESIO: POTASSIO: SODIO: BARIO: MANGANESE. Noterò chiamarsi sovente *alcali*, o *metalli alcalini* il POTASSIO ed il SODIO: denominazione pur comune al LITIO su cui non mi trattengo perchè d'importanza minima per questi studii, a confronto degli altri due *metalli terrosi*. Chiamano poi metalli *alcalino-terrosi* il CALCIO ed il BARIO egualmente dello STRONZIO di cui per analoga ragione non mi occupo. Tanto gli *alcali* che gli *alcalino-terrosi* assorbono l'*ossigeno* a qualunque temperatura, e decompongono l'acqua eziandio alle temperature più basse. L'ALUMINIO, il MAGNESIO ed il MANGANESE assorbono l'*ossigeno* soltanto ad altissime temperature e non decompongono l'acqua che sopra ai 50°.

(1) DECANDOLLE, Phys. Vég. ediz. cit., pag. 388.

[1] Aluminio. Al=170,9.

2928. L'**argilla** è un *silicato idratato d'alumina*, ad esempio una combinazione di

	65	parti di *silice* con	24	d'*alumina* ed	**11**	d'acqua:
ovvero	49,6	»	» 37,4	»	11,2	»

2929. L'**alumina** si rinviene nelle ceneri di quasi tutti i vegetabili, ma in piccola dose, appena un centesimo secondo il SAUSSURE. Secondo il WIEGMANN il *solfato d'alumina* non produrrebbe alcun danno alle piante: ma il LEFÉBVRE lo conta fra le sostanze che impediscono la germinazione delle rape, ed il ROEPER nota la sterilità e mancanza d'ogni vegetazione negli ammassi di terra esposti all'aria, e provenienti da minerali d'onde siasi estratto l'alume. Ma tutto che può interessare l'*alumina* per la scienza agrologica si compendia nel suo stato di combinazione suaccennato che costituisce l'argilla, della quale siccome il più esteso e importante componente de' terreni agrarii, sarà più speciale ed opportuno ragionamento nel IV LIBRO.

[2] Calcio. Ca=250,00.

2930. **Calce** trovasi ne' vegetabili ed in *fosfati*, sali insolubili che hanno esercitato la pazienza de' chimici per concepire di qual guisa ponno trovarsi nelle piante, ammesso nell'acqua l'esclusivo veicolo per trasportare i sali minerali del suolo ne' vegetabili. Ho detto per quali modi possano dalle piante assimilarsi in genere i materiali insolubili. *Calce* ne' terreni trovasi non sì di frequente come stimasi. Per accertarsene, in ispecie volendo apprezzare il valore delle *marne*, coll'*acido nitrico* leggermente allungato si cimenta se producesi effervescenza la quale indicherebbe la presenza del *carbonato di calce*. Ma questa effervescenza, ossia sviluppo d'*acido carbonico* avviene per ogni altro carbonato, ad esempio di *magnesia*. Nel IV LIBRO si dirà degl'ingegni per verificare la presenza della *calce*, essendo ivi più preciso subbietto de' terreni calcari. Tuttavolta le proprietà e gli usi della *calce* sono sì estesi e di grave momento, che conviene ora premetterne la chimica cognizione.

2931. Il **carbonato di calce** puro consta di

Calce	. . . .	**56,3**
Acido carbonico	.	**43,7** ;

benchè considerato per insolubile nell'acqua, vi si discioglie mercè il gas *acido carbonico*. Per la quale proprietà di disciogliersi nell'acqua con quest'acido acidulata, spiegherebbe il BOUSSINGAULT la trasmissione di codesto sale nelle piante. Ma se tu inaffierai l'erbe del prato con acqua di calce, le spegnerai, mentre in un terreno privo di calce nessuna pianta potrà prosperare (1).

---

(1) MALAGUTI, *Lez. di Chim. Agr.* ediz. cit. pag. 8.

2952. La **calce** e la **magnesia** sono propriamente le **terre alcaline** che riscontransi nelle ceneri de' vegetabili e degli animali. Ad offerirne diretta prova, e non ripetere per altri materiali gli stessi riflessi, consideri l'agronomo la composizione chimica delle ceneri del baco da seta, de' suoi alimenti e deiezioni, come fu rilevata dal Peligot (1).

	Composizione delle ceneri		Baco da seta	
	Foglie e residui	Deiezioni	Verme	Ovuncoli
Silice	17,6	20,0	3,9	——
Acido carbonico . .	18,6	18,0	10,5	——
Acido fosforico . .	10,5	7,6	29,0	53,8
Acido solforico . .	1,6	traccie	1,9	——
Cloro	0,8	1,2	1,1	——
Ossido di ferro . .	0,6	0,7	traccie	——
Calce	26,2	29,5	8,5	6,4
Magnesia	5,8	6,0	9,3	10,5
Potassa	18,5	17,0	36,0	29,5
	100,0	100,0	100,0	100,0

Le ceneri riuscendo poco oltre l'11 per 100 nelle foglie fresche ma diseccate, poco meno del 14 per 100 nelle deiezioni, il 9 per 100 ne' vermi, ed il 3,6 negli ovuncoli, agevolmente deduconsi le quantità delle accennate sostanze minerali esistenti nelle foglie, ne' vermi ecc. Soverchio poi reputo il far riflettere alle differenze possibili analizzando foglie ecc. di diversi luoghi e terreni: differenze però di proporzioni, onde ad esempio l'*acido fosforico* sia il 15 anzichè il 10 per cento nelle foglie e via dicendo. Trapassando altri riflessi, supponendo fatte dai chimici esatte analisi ne'varii paesi sulle foglie ecc., scorgendo l'agronomo i suoi bachi non prosperi, e dall'analisi delle foglie de' suoi gelsi rilevando mancanza o eccesso di alcuno de' normali suoi elementi, non farebbesi luce assai volte per riparare a infortunii gravissimi? Nè più dilungando in questo subbietto, comecchè non lieve argomento dell' utilità de' presenti studii agrologici, afferro tuttavia quest'incontro perchè si riguardi nel citato Prospetto alla specie d'unità chimica di composizione tra la sostanza delle foglie e quella del baco. Non trarrò certo la conseguenza desuntane dal Peligot, che unità siffatta tenda a confondere l'animal regno col vegetale: si tratta di ceneri, cioè a dire, quel celebre chimico ha bruciato quanto v'era di combustibile sia nelle foglie che ne' bigatti, e poi il meschinissimo residuo attesta per lui quell'unità, che tuttavia merita l'attenta considerazione appunto invocata, ma limitatamente al concorso della sostanza materiale nella struttura della organica.

2953. Il **gesso** risulta da combinazione della *calce* coll'*acido solforico*: nel *gesso* anidro, quest'acido forma 58 parti su 100, e la *calce* 42. In ultima analisi il *gesso* consta dell'acido risultante dalla combinazione dello solfo coll'ossi-

(1) Peligot, *Études chim. et physiol. sur le vers à soie.* Deux Mém. Comp. R. de l'Acad. des Sc. (23 févr. 1852), pag. 279.

geno: e della base formata pur dall'ossigeno unito al calcio. Raramente, e solo in piccola quantità riscontrasi nel terreno, ed ordinariamente con un quinto circa del suo peso, di acqua. Nella quale è alquanto solubile, e l'acqua de' pozzi che chiamano selenitosa, contiene *solfato di calce* in dissoluzione. Lo che si conosce versandovi una dissoluzione di *cloruro* di *bario* che la intorbida e imbianca, additando così la presenza dell'*acido solforico*: invece la *dissoluzione d'ossalato d'ammoniaca* produce intorbidamento dovuto alla presenza della *calce*. Non volendo usare reattivi, colla sola evaporazione si ottiene per residuo un sedimento di gesso: d'onde la spiegazione delle *stallattiti* nelle grotte sgoccianti acqua passata pel gesso, e di cui si rimemora lo aspetto dalla fig. 751 che rappresenta *stallattiti* prodotte dallo sgocciare d'acque cariche di *carbonati di calce*.

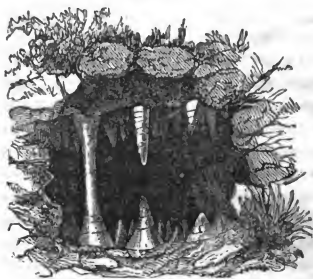



Fig. 751.

L'acque contenenti *solfato di calce*, e materie organiche facilmente imputridiscono, e sviluppano un gas coll'odore spiacevole d'ova fracide. Le materie organiche tolgono l'ossigeno al *solfato*, e lo riducono a *solfuro di calcio*, il quale decomponendosi svolge quel gas ossia *idrogeno solforato*, di cui al § 2886. A suo luogo si noterà di qual modo il *solfato* di *gesso* riesca sì proficuo al trifoglio, erba medica, ecc. Una esperienza del CHATIN offrì questo risultato pe' pomi di terra, cui fu somministrato attorno ai tuberi nel piantarli (1)

		Per ettaro
Terreno senza alcun concio: raccolti pomi di terra . .	chilogr.	14,703
» con chilogr. 160 *solfato di calce*, calcinato . .	»	16,790

Un'esperienza sola conta poco: il terreno era argilloso-siliceo, senza indicazione se alquanto o nulla calcare: tuttavia offre sempre una prova dell'azione benefica del *solfato di calce*.

2954. La **fabbricazione della calce** in molti luoghi diviene un'arte indispensabile pel possessore di boscaglie, impiegandovi lo sterpame più minuto de' tagli cedui ecc. Perciò la comprenderò nel XXX LIBRO come parte di TECNOLOGIA RURALE. Il processo chimico di quest'operazione consiste nel cuocere la pietra di calce al color rosso-bianco, alla quale temperatura il *carbonato* si decompone, e resta la calce, *ossido di calcio*, mentre l'*acido carbonico* se ne svincola nello stato di gas. Ottimo consiglio danno i Chimici raccomandando di adoperare la pietra calcare umida, o umettarla se sia secca, perchè il vapor d'acqua trascina l'acido stesso. Ma si troverebbe assai volte pentito chi seguisse

(1) CHATIN, *Études* expérimentales sur l'action des sels, ecc. Compt. R. de l'Acad. des Sc. Tom. XXXV, pag. 787 (29 nov. 1852).

il consiglio del PAYEN, di elevare rapidamente la temperatura al rosso-bianco (1), perchè molte specie di pietra calcare esigono da bel principio calore moderatissimo. Io poi assai pratico di questa rurale industria, debbo eziandio per fatti sperimenti, segnalare per difettosa la forma di fornace da calce disegnata in Trattati di Chimica, e quale scorgesi nella fig. 752. La necessità d'eli-

Fig. 752.

minare l'acido carbonico rende molto più vantaggiosa la fornace alta un terzo di meno, e coll'apertura superiore larga appunto quanto nel citato disegno troncandola a quell'altezza risulterebbe.

[3] Magnesio. Mg=151,33.

2935. La **moderna chimica**, secondo alcuni teorici, stabilirebbe quale principio, che in un terreno la *calce* può sostituire la *magnesia*: questa però non può supplire a mancanza di *calce* (§ 2923). Per verità nella guisa che la *calce* all'aria diviene *carbonato di calce*, la *magnesia* riassorbendo l'acido carbonico si tramuta in *carbonato di magnesia*; il quale appunto come quello di *calce* fa effervescenza cogli acidi più deboli, ed è solubile nell'acqua caricata di *acido carbonico*. Ma calcinando la *magnesia* non si ottiene *magnesia viva*; inaffiandola coll'acqua non si riscalda quanto la *calce*, non cresce di volume, non isfiora (2). Il CARRADORI scorgendo nella *magnesia* (*ossido di magnesio*) una terra nè caustica, nè sapida, nè dannosa alla salute degli animali, volendo accertarsi delle sue qualità relativamente alla vegetazione, mise grani di frumento, veccia, ecc. nella *magnesia* pura o calcinata ricoperta d'acqua, e vide che germogliavano molto meglio nell'acqua pura: e da questa trasportandone le pianticelle nella *magnesia* illanguidivano, ripigliando vigore se di nuovo nell'acqua

---

(1) PAYEN. *Précis de Chim. industrielle*, ediz. cit., pag. 233.
(2) Una dissoluzione di magnesia nell'*acido muriatico* molto allungata, cui sia aggiunta *ammoniaca*, non precipita coll'*acido ossalico* come avviene della *calce*. E questa differenza pel chimico è caratteristica.

pura ricollocate. Giovani piante erbacee o legnose perivano ponendole nell'acqua carica di magnesia a capo di sei o sette giorni; e se cotali effetti riuscivano meno funesti nella magnesia calcinata che nella magnesia pura, lo si deve attribuire, a di lui stima, ad un po' d'acido carbonico che contiene la magnesia calcinata. Tuttavolta il BERGMANN ammette un decimo di magnesia ne' terreni da lui riguardati pe' più fertili; il DAVY ha trovato i terreni d'America ove cresce la china contenerne il 51 per 100, e il MALAGUTI indica la magnesia per essenziale alle piante (1). Il DECANDOLLE ha veduto terreni di magnesia quasi pura coperti di spontanea vegetazione come gli altri. Nel IV LIBRO m'ingegnerò di conciliare coteste gravi contraddizioni (2).

2936. Il **solfato di magnesia** di rado esiste ne' terreni. È poi da notare che tanto la *magnesia* che la *calce*, ossia le terre alcaline combinate allo stato di sali neutri coll'*acido carbonico* ovvero col *fosforico*, risultano insolubili nell'acqua. Ma invece quando combinate coll'*acido carbonico*, disciolgonsi nell'acqua contenente *acido carbonico* libero: e se composte in *fosfati*, l'acqua pure divien atta a discioglierle purchè contenga *acido fosforico* libero, ovvero qualch'altro acido minerale od organico. Dando al terreno 275 chilogr. di *solfato di magnesia* per ettaro, il CHATIN raccolse un settimo meno di pomi di terra, che non nel terreno cui non avea dato alcun concio. Rinnovando siffatti sperimenti s'avrebbe la più diretta prova che la *magnesia* nuoce, quando il fatto si rinnovasse anche in terreni scarsi di *magnesia*.

[4] Potassio. K=489,30.

2937. La **potassa**, risultato della ossigenazione del *potassio* comporrebbe nello stato di *sottocarbonato*, oltre 12 parti su 100 di ceneri della paglia di frumento; 15 su 100 di quelle del suo grano. I *sali* poi di *potassa* sono comuni come ho rilevato (§ 2858), specialmente i suoi *fosfati* (§ 2907). Nei sedani abbondano i di lei *nitrati*, i quali da parecchi giardinieri sarebbero adoperati per affrettare lo sviluppo delle cipolle fiorifere. Quando si raccoglie un ettolitro di frumento, si toglie a quel pezzo di terra un chilogr. di *potassa*, e se si ritorna col concime la sua paglia nello stesso terreno, gli si restituisce 0,85 chilogr. di *potassa*: cioè ad ogni raccolta di frumento, ammessa quella restituzione della paglia, si tolgono al terreno chil. 1,50 per ogni 10 ettolitri di grano raccolto. Questa perdita si può reintegrare spargendo cenere: ma se le ceneri, per esempio di carpine, contengono 0,5065 di *potassa*, quelle d'abete ne offrono soltanto 0,2820, la torba quasi sempre dà ceneri senz'alcali e via dicendo, del che dovrò ridire in altro luogo, intantochè comprende il lettore quanto potrà in seguito tornargli utile questo cenno. Che se trovisi in possesso di un pezzetto di *potassio*, faccia il grazioso sperimento di gettarlo nell'acqua entro

(1) MALAGUTI loc. cit. LEZ. 1. Intende però questo chimico essenziale la *magnesia*, quando mancano altri principii, ad esempio la calce.

(2) Ad esempio ISIDORO PIERRE ha trovato che il *fosfato ammoniaco-magnesiano* impiegato come ingrasso ha offerto ottimi risultati pel frumento e pel saraceno. *Comp. R. de l'Ac. des Sc.* T. XXXIV, pag. 189; ma come comprendere a quale delle tre sostanze attribuirli?

un largo recipiente (fig. 755) e lo vedrà correre agitandosi a galla sotto forma di piccola sfera brillante ed accompagnata da fiamella violacea, finchè cessando la combustione, la sferetta vola in minime scheggie, onde conviene guardarsene e servirsi di vaso ampio, riponendovi l'acqua in poca altezza perchè resti profonda sotto l'orlo del medesimo. Il fenomeno si deve alla scomposizione dell'acqua operata dal *potassio* che fondesi in causa del calore sviluppato nella scomposizione medesima, mentre il *gas idrogeno* che ne deriva, per calore del potassio, arde con quella fiamma violacea.

Fig. 755.

2938. La **potassa caustica** distrugge immediatamente gli organi vegetali che tocca, ancorchè allungata in quantità tripla d'acqua; i *nitrati* eziandio secondo alcuni riuscirebbero nocivi: ma ricorre sempre la necessità di avvertire ai riflessi esternati in genere nel § 2922 sull'azione de' metalli, e relazione loro colla sostanza organica. Il *carbonato di potassa* ha i caratteri di materia amorfa, bianca, e solubile nell'acqua cui comunica una forte alcalinità. Ad alta temperatura si fonde senza decomporsi, senza perdere punto d'*acido carbonico*. Fa effervescenza cogli acidi, e per ben distinguerlo, versando in una dissoluzione di *carbonato di potassa* cui siasi aggiunto dell'aceto, una goccia di dissoluzione alcoolica di *cloruro di platino* (reattivo facile a procurarsi, ed a conservarsi) si promuove il deposito di un sedimento giallo.

2939. Il **salnitro**, *nitrato* ossia *azotato di potassa*, contenente in 100 parti 46,5 di *potassa*, e il resto *acido nitrico*, (§ 2862) non isfugga all'agricoltore se lo incontri nel terreno. Può accertarsene, quando rinvenga una materia che gettata sui carboni accesi, gonfiasi e fonde spandendo luce, e la cui dissoluzione precipita in giallo, mercè il *cloruro di platino* (§ 2938). Da sperienze del CHATIN lo spargere *nitrato* oppure *carbonato di potassa* in polvere piantando pomi di terra, intorno ai tuberi, porge risultati eguali, ed offre sul terreno affatto senza concio un aumento di *prodotto* nella proporzione di un settimo, salvochè spargeva 257 chilogrammi di *nitrato*, e soli 161 di *carbonato*. Impiegando 204 chilogr. di *solfato* di *potassa* ottenne appena il vantaggio d'un quindicesimo, e con 193 chilogr. di *cloruro di potassio* l'effetto riuscì nullo. Le *nitriere artificiali* talora si preparano valendosi di terra riposta a tal uopo nelle stalle dei bovini; o meglio de' montoni. Disposto prima uno strato argilloso impermeabile si ricopre con altro in altezza di 3 centimetri di terra calcare, e sopra si adagia, come al solito, lo strame per lettiera. Ma perchè questo strato calcare serva di poi alla *nitrificazione* occorre lasciarvelo quattro mesi, poi tolto il letame, rimestarlo e aggiugnervi altra terra in altezza di 2 decimetri, e sopra, nuova lettiera. Ogni quattro mesi rinnovasi l'operazione, e alla fine dell'anno la preparazione della terra per la *nitrificazione* è ultimata (1). Senza entrare nell'esame delle operazioni successive farò solo riflettere all'economo rurale, che il tenere quattro mesi il letame nella stalla prima di rinnovare la lettiera, e un anno intero quella terra carica di principi azotati, potrebbe recare al gregge o all'armento danno assai maggiore dell'utile offerto dai *nitrificatori*.

(1) REGNAULT. *Cours Elém. de Chimie*. ediz. cit. Deuxième partie, pag. 129.

[5] Sodio. $Na = 287,17$.

2940. L'**ossido di sodio** ossia la **soda**, secondo il CHEVREUL esisterebbe nelle piante marine, nelle marittime, e in quelle delle saline, nello stato di *ossalato*, e per causa della combustione ridurrebbesi in quello di *carbonato* che forma la *soda* naturale del commercio. La *soda* si rinviene poi nelle ceneri di molti vegetabili, benchè l'analisi del terreno in cui vegetarono escluda ogni minima traccia di *soda*. D'onde verrà essa dunque, osserva il MALAGUTI, se non dall'atmosfera, in seno a cui si trova trasportata dalla evaporazione del mare, sotto forma di sal marino o di muriato di *soda*? (1) Il *carbonato di soda* si presenta qual materia bianca cristallizzabile non deliquescente, ed esposto all'aria perde quell'aspetto cristallino, e sfiora in polvere, cedendo all'aria l'acqua che contiene: inoltre non offre in virtù d'egual reattivo quel sedimento giallo depositato dal *carbonato di potassa* (§ 2958).

2941. Il **sal marino** (2) *cloruro di sodio* (avendo per 100 *sodio* 39,5 e *cloro* 60,5) si può rinvenire nel suolo cristallizzato in cubi, avente insomma forma e sapore del notissimo sal marino. D'ordinario si accompagna da altri cloruri, di *magnesio*, di *calcio*, di *potassio*, ma in dose minima, e di pochissima importanza. Nelle piante che servono d'alimento agli animali, la quantità minore di *sal marino* si rivela ne' semi: fra le piante poi in genere del continente Europeo le meno ricche di questo cloruro sono i legumi, l'erbe pratensi ed in ispecie il *Lolium perenne*. Tuttavolta la quantità di sal marino contenuta nel sangue d'uomo, di montone, di maiale, di bue e di vitello ammonta da 50, a 60 centesimi del peso totale delle ceneri (3). Se non che anco le osservazioni del MEYRAC ne dimostrano (§ 2856) l'esistenza del *cloruro di sodio* nell'acque di pioggia e in alcuni casi eziandio nella rugiada e nella neve. Non tralascierò del *sale marino* senz'accennare ai terreni salsi e paludi, e lame ove poi vengono stabilite le così dette *saline*. Il disegno d'una di quelle artificiali in cui si fa penetrare l'acqua del mare, producesi dal REGNAULT (4) nel suo Corso di Chimica, e mi sto contento di offerirlo in questo luogo rappresentato dalla fig. 754, riserbandomi ad esporre nel IV LIBRO i riflessi che in quest'argomento si riverberano sulla rurale economia.

2942. Nè l'**acqua del mare** contiene solo *cloruro di sodio*, ma eziandio cloruri di *potassio* e di *magnesio*. Tre sostanze materiali scoperte, come esprime il DUPIN, per un miracolo della pila del VOLTA: tre sostanze le quali combinate coll'*ossigeno* producono corpi sino all'odierno secolo creduti semplici, cioè una terra, la *magnesia* e due alcali, la *potassa* e la *soda*. E il BALARD scopritore del *Bromo* è riuscito a fabbricare *potassa* artificiale ricavandola dai *clori-*

---

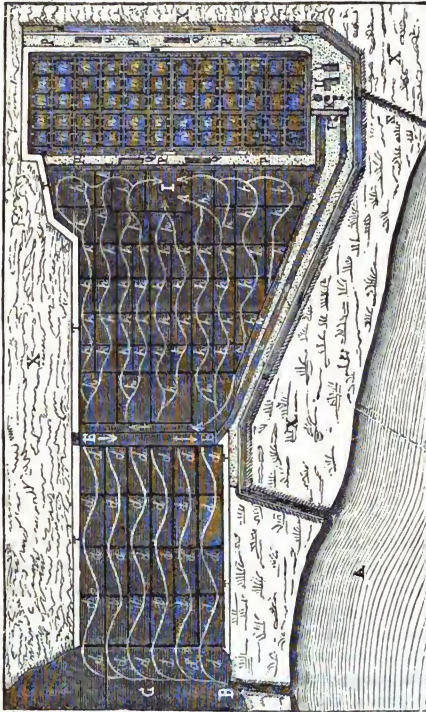
(1) MALAGUTI, loc. cit. Sez. I, pag. 15.

(2) Ho detto al § 2757 che il sale marino non è più un sale per i chimici; ora può comprendersene il perchè, constando esso della combinazione di due corpi semplici e indecomposti *cloro* e *sodio*, mentre i veri sali si chiamano dal chimico le combinazioni di un *acido* con una *base*, cioè d'un corpo composto con altro composto.

(3) LIEBIG. Lez. cit. XXII.

(4) REGNAULT, loc. cit. Deuxième partie, pag. 188.

drati e *solfati* di potassa direttamente ricavati dall'acqua del mare (1). In altro

Fig. 754.

luogo si vedrà quale suprema importanza possa avere questa scoperta per l'avvenire dell'Agricoltura.

2943. La **soda** e la **potassa** sono alcali minerali indispensabili all'esistenza de' vegetabili, e la cui complessiva quantità necessaria alle varie piante si rileva assai prossimamente dal seguente

(1) Notice sur quelques tributs des Français à l'Exposition Universelle, par Monsieur le B. Charles Dupin, 1852.

PROSPETTO
delle parti d'alcali (potassa e soda) contenute
in 100 di ceneri di

Semi		Altri organi vegetali	
Quercia	64,64	Legno di pino	39,70
Piselli	63,—	» di vite	33,20
Segala cornuta	62,17	» di ciliegio	29,20
Caffè	54,—	» di olmo	24,—
Melarancio	37,50	» di faggio	17,—
Segala	37,—	» di larice	16,40
Cotogno	30,—	» di pomo	14,—
Saraceno	29,—	» di quercia	9,40
Frumento	28,50	Scorza di ciliegio	22,—
Rapa	26,50	» di olmo	8,58
Lino	26,46	Stelo di fava	20,25
Senapa nera	24,55	» di pisello	14,89
Canapa	22,33	Paglia di avena	27,—
Madia	20,77	» di segala	17,03
Orzo	20,40	» di orzo	9,60
Pino	19,68	» di frumento	7,50
Senapa bianca	19,63	Foglie di maïs	37,—
Avena	12,90	Veccia	41,50
Miglio	8,29	Lenticchie	38,50
Maïs	3,08	Erba medica	21,67

2944. M'auguro che riesca utile all'agricoltore questo Prospetto, desunto da analoga *Tavola* prodotta dal MALAGUTI (1): perchè si potesse meglio profittarne converrebbe che fosse compiuto per tutte le principali specie di piante coltivate tanto pel vegetabile intero, che per dati organi principali; onde si pervenisse per via di confronto a desumere quali in complesso richieggano terreno più ricco di minerali alcalini, quali meno. Nelle commendate LEZIONI DI CHIMICA AGRARIA del MALAGUTI, e nella citata edizione volgarizzata dal prof. SELMI, trovasi ricca *Raccolta di analisi delle ceneri estratte dalle piante*, di cui a suo luogo trarrò profitto. Ma questo riuscirebbe per l'agronomo di lunga mano maggiore se vi si aggiugnesse l'analisi compiuta delle piante medesime, prima di ridurle in cenere.

2945. La **sostituzione** reciproca tra la *potassa* e la *soda* (§ 2923) può avverarsi eccezionalmente, o di certa guisa come aumento della dose strettamente essenziale all'economia delle piante. Vegetando esse in prossimanza del mare, la proporzione della *soda* sorpasserà quella della *potassa*, e viceversa vivendo nelle contrade più interne: ma non potranno esistere con sola *potassa*, ovvero unicamente con *soda*, quelle se di *soda* e queste se di *potassa* abbian d'uopo.

(1) *Lezioni di* CHIMICA AGRARIA, ediz.cit. Lez. VI, pag. 67.

D'altronde perchè ricorrere a siffatta *sostituzione*, quando rarissimo avviene di analizzare ceneri di vegetali che non contengano ad un tempo e *soda* e *potassa*? Infine possono i chimici affermare l'impossibilità che colla *cinefazione* qualche sostanza minerale in particolare combinazione con alcali, o acidi vegetali, non possa volatilizzarsi, quindi non rimanere nelle ceneri che si analizzano? Le due sostanze accennate hanno in vero molti caratteri analoghi tra loro, onde sono anche dal LIEBIG indistintamente chiamate *alcali* (§ 2927), e tra queste comuni proprietà merita considerazione la compiuta solubilità loro nell'acqua, sieno esse isolate, ovvero combinate cogli acidi *carbonico*, *solforico* e *fosforico*: ma rivelano eziandio singularità, in ispecie nelle loro funzioni in rapporto colla sostanza organica, che infirmano quel generico supposito di perfetta reciproca *sostituzione* (1).

6. Bario.

2946. **Barite** rinvenne il BERGMANN nell'indaco del commercio, ma il CHEVREUL non potè trovarvene traccia. Risulta dalla combinazione dell'*Ossigeno* col *Bario* (2) corpo solido all'ordinaria temperatura, pesante, che ha la proprietà singolare di decomporre rapidamente l'acqua, assorbendone l'*ossigeno*, e ponendo in libertà l'*idrogeno*. Quando il *Bario* si combina con un elemento di *ossigeno*, produce il *protossido* di *Bario*, costituente appunto la *Barite* (3). Allorchè poi si combina collo *solfo*, costituisce il così detto *spato di Bologna*, *terra di Bologna* ecc. cioè la *Baritina* de'mineralogi. Quella che si raccoglie nel monte di PADERNO presso questa città, è nota da tempi remoti per la sua fosforescenza.

2947. Il **cloruro di bario** può acquistare importanza presso gli agronomi siccome atto a conservare il sangue, la carne ed in ispecie il latte. Il *carbonato*, il *muriato* e l'*idrato di barite* si notarono dal VOGEL per avversanti la germinazione. Lo stesso affermò lo ACHARD del solfato di *barite*, in cui il SUCCOW vide perire alcune piante ortensi (4).

7. Manganese (*).

2948. L'**ossido di manganese**, a stima dell'HUMBOLDT, accelera la germinazione; il riferma il VOGEL, il contrasta lo ACHARD. Per verità trovasi *manganese* in alcune piante. Lo avvertì per primo lo SCHEELE, indi il PROUST lo trovò nelle ceneri del *pino*, della *vite*, della *quercia*, del *fico* ecc.: anzi lo

(1) Anche chimicamente il SAINT-CLAIRE DEVILLE dimostrava la *différence absolue et constante qu'on observe entre les réactions du carbonate de soude, et celles du carbonate de potasse*. Comp. R. de l'Ac. des Sc. Tom. XXXIV, pag. 330.
(2) BARIO deriva da Βαρύς; *pesante*.
(3) PIRIA, Elem. cit. pag. 345 e REGNAULT, loc. cit., II, pag. 218.
(4) V. SENNEBIER Phys. végét. III, pag. 36.
(*) Ho conservato al *manganese* il posto ultimo fra i metalli terrosi perchè il REGNAULT lo ripone (*Cours*, ecc. loc. cit., II, pag. 29) nella seconda Sezione insieme coll'*alluminio* ed il *magnesio*: realmente ha i caratteri di vero metallo, ma è notevole la sua fragilità ed *alterabilità*.

SCHROEDER l'indica allo stato di ossido ne' grani e nelle paglie de' cereali, però in minime quantità. I sali di *manganese*, infatti, *solfati*, *azotati*; *cloruri* e *acetati manganosi*, sono solubili. Ne' terreni coltivi di montagna qualche volta si trova *manganesè* allo stato di *bisilicato*, di *carbonato*, o di *ossido*: ma in quantità poco o nulla influenti sulla vegetazione, benchè lo SPRENGEL affermi impossibile a certe piante il germogliare in campi che lo contengano (1). Il ferro non trovasi quasi mai disaccompagnato dal *manganese*. Terreni che abbondano di *ossido di ferro*, saranno eglino veramente privi di *manganese* perciocchè le analisi chimiche d'ordinario nol rivelino?

2949. Il **solfato di manganese** sparso in polvere e in ragione di chilogr. 249 per ettaro, attorno tuberi di pomi di terra nell'atto di piantarli, offrì nel ricolto questo risultamento al CHATIN superiormente citato.

		Prodotto per ettaro
Terreno senza concio	Pomi di terra chilogr.	14703
» letamato.	»	23820
» con chilogr. 249 di *solfato* di *manganese*	»	13375

Onde si verificò una perdita, cioè danno anzichè utile. Ma esistono assai corpi in natura, la cui qualità per se medesima non risulterebbe nociva, se si conoscessero i limiti entro cui s'hanno a temperarne le quantità.

IIª CLASSE. METALLI MALLEABILI.

2950. A **che serve lo studio de' metalli**, quando con classica disinvoltura vi assicurano che mentre 56 elementi concorrono alla formazione de' metalli, 4 bastano alla produzione delle piante, cioè i soliti *idrogeno*, *ossigeno*, *carbonio* ed *azoto*? (2) Ed in vero pensando alle qualità fisiche de' metalli propriamente tali, siccome il rame, il ferro ecc. egli si pare non possano meritare considerazione dall'agronomo, che sul rapporto dell'uso loro negli attrezzi, utensili ed edifizii rusticali. Ma poco a poco i chimici ne vanno trovando negli esseri organici. Questo misterioso passaggio di corpi durissimi nel dilicatissimo meccanismo del corpo organizzato, può conghietturarsi di qualche guisa anche in forza di fisiche proprietà de' medesimi. Ad esempio, conosce ognuno le sensazioni cui si dà nome di sapore ed odore del *rame*, del *ferro*, del *piombo*, dello *stagno*. Un corpo *sapido* deve essere *solubile*, un corpo *odoroso* deve essere *volatile*. Questi metalli adunque dovrebbero essere *solubili*, e *volatili*: supposito non accertato, ma non per questo men reale in quanto al fatto conseguente o effettivo: appena si freghino rapidamente o si percuotano coll'acciarino, appena in somma si elevi alcun poco la loro temperatura, l'odore e il sapore degli anzidetti metalli si disviluppa evidentemente. Non indagherò se alla loro faci-

(1) *Bull. des Sc. mathémat.* Août 1830, pag. 145. Il GASPARIN citando quest'affermazione dello SPRENGEL dubita dipendere quel nocivo effetto non dal *manganese*, ma da eccessiva quantità di *cloruri di sodio* di cui abbondava quel terreno.

(2) *Tandis que 56 éléments concourent à la formation des minéraux, 4 suffisent à la production de toutes les plantes. Ces 4 éléments sont l'hydrogène, l'oxygène, le carbone et l'azote.* VILLE. Rech. expérim. sur la végétation. Compt. R. de l'Acad. des Sciences (4 octobre 1852).

lità di ossidarsi a contatto dell'aria umida, quell'odore e sapore sia dovuto o se a sostanze estranee, le quali per quella fregatura o percossa si disvincolino dai pori de' metalli medesimi (1): egli mi pare più semplice e probabile conghiettura il reale distacco di minimissime particelle metalliche conseguenti da quell'azione esercitata alla loro superficie. Allo stato di vapore, l'*antimonio* esala odore di grasso bruciato, l'*arsenico* odore di aglio: questi odori non si ponno spiegare che come gli odori d'ogni altro corpo, e quindi conchiuderne la capacità nei metalli di attenuarsi in date circostanze, in modo di separarsi in particelle esilissime, atte a penetrare direttamente nel circolo della vegetazione col solo fisico aiuto dell'acqua che ve le trascini mediante l'opera dello assorbimento.

1. Ferro.

2951. **Produrre il ferro**, comechè paia stranissimo, si volle funzione dei vegetabili; tanta è la copia che in essi talora si rinviene. Il VAN-MARUM vide conferve ed altre piante acquatili, discese dopo morte al fondo dello stagno in cui erano vissute, formarvi deposito torboso ricco di ferro. Evidentemente questo metallo vien nelle piante da *ossido di ferro* contenuto nell'acqua, e con essa succhiato dalle radici. Nel sangue degli animali si contiene rilevante quantità di quest'ossido, e certo gli animali il trovano negli alimenti in ultimo risultato composti di vegetali. Infatti in quasi tutti rivengonsi quantità comechè minime d'*ossido di ferro*: nei petali, ad esempio, della *rosa gallica*, nella radice di *brionica*, nell'*assa fetida*, nell'*erba d'assenzio*, nelle foglie d'*olivo*, nel bulbo dell'*aglio*, nella radice d'*asparago*, ne'grani e paglie delle *graminacee* ed in dose notevole nell'*indaco* del commercio. A stima del MACAIRE, la tinta azzurra che offrono tagliandoli (2) certi funghi (il *boletus cyanensis* ed altri) forse dipende dall'*ossido di ferro* in essi contenuto (3): del che però dubita lo stesso MACAIRE (4). Del resto il ferro e suoi composti vennero sperimentati innocui alla vegetazione, pe' cimenti del JOHN citato dal GOEPPERT che ottenne normale germogliamento di grani di canape e d'orzo nel ferro ossidato. Il DAVY tuttavia ripete dai solfati di ferro la sterilità di certi terreni, che senza di essi sarebbero stati fertilissimi (5); ma ne attribuisce la ragione a difetto di sostanza calcarea, e trova che l'*ossido di ferro* in piccola quantità forma una parte utile del suolo.

2952. **Ossigeno e ferro** si combinano in due gradi d'ossidazione: *protossido di ferro*, quale trovasi, ad esempio, unito coll'*acido solforico* formando il *solfato di ferro*, pel volgo vitriolo verde. Per conoscerlo, si versa nella dissoluzione di questo solfato, del *prussiato giallo di potassa*, e dee dare un precipitato verdastro, che tra breve per l'azione dell'aria tramuta in azzurro. Il secondo grado d'ossidazione è il *perossido di ferro*, e collo stesso reattivo una

(1) Così dubita il GIRARDIN. *Leç. de Chim. Elém.* Prem. Part., pag. 269.
(2) BONNET, *Sur le bel azur dont les champignons se colorent à l'air.* Journal de Physique V. 3.
(3) *Mém. de la Soc. Phys. de* GENÈVE. V. II, P. II, pag. 115.
(4) Oltrecchè il *solfato di ferro* (§ 2937) è verde, confermerebbesi l'opinione del MACAIRE per altra conghiettura d'analogia col fatto dimostrato dal VERDEIL di esistenza del ferro nella *clorofilla* o materia colorante dei vegetabili.
(5) DAVY, *Elem. di Chim. Agr.* Ediz. cit. V. II, pag. 167.

dissoluzione di *solfato di ferro* in cui questo metallo sia allo stato di *perossido*, dà un precipitato immediatamente azzurro, cioè senza uopo di rimanere esposto all'aria per divenir tale, come ho detto accadere del *protossido*. Le dissoluzioni cui accenno si conoscono sotto nome d' acque vitrioliche, le quali hanno origine da piriti di ferro composte di solfo e di ferro, che per l'azione dell'aria perdono la loro coesione ed assorbono l'ossigeno, onde lo solfo in acido solforico, ed il ferro in ossido di ferro si tramutano. Succede una nuova combinazione delle due materie ossigenate, e formasi il vitriolo, composto solubile, e quindi trascinato dall'acque, le quali così cariche di vitriolo recano ai terreni sterilità.

2953. Lo **stato di perossido** sarebbe nel *ferro*, secondo il MALAGUTI, il più favorevole alla vegetazione. L'aratro penetrando profondamente porta alla superficie terra bruna, la quale, dic'egli, non diviene realmente fertile se non dopo tramutato quel colore in giallastro o rossigno. Mutamento dovuto a sovra ossidazione del *ferro*, cioè ad ulteriore quantità d'ossigeno ch'esso assorbe, e cede poi entro terra all'uopo della decomposizione degli avanzi organici; oltrecchè sembra esso appunto in quello stato di *perossido* agire nella vegetazione, siccome elemento indispensabile di quasi tutte le piante. Ma il *perossido* ha una proprietà forse più rilevante per la coltivazione, e consiste nell'*idrogeno* che l'*ossido* di ferro pone in libertà appropriandosi l'ossigeno dell'acqua onde tramutarsi in *pèrossido*; quest'idrogeno nell'atto di scompagnarsi dall'ossigeno, trovandosi in quello che chiamano stato nascente, si combina coll'azoto e produce ammoniaca.

2954. **I sali di ferro** offrono risultamenti diversi perchè adoperati in diverse condizioni:

I. In *terreno siliceo*, in cui i sali di ferro punto non si decompongano, somministrati anche in piccola dose, nuocono alla germinazione e vegetazione (1).

II. In *terreno calcare* decompongonsi in *carbonati ferrosi* o *ferrici* innocui, e colla loro debole solubilità nell'acqua carica d'acido carbonico, possono essere assorbiti dalle radici de' vegetali.

III. Ponendo grani e radici di piante a contatto di piccole quantità di sali di ferro, questi agiscono sui tessuti azotati dei vegetabili come sulle membrane animali, cioè promuovendo dannosa astringenza, e combinandosi con elementi degli organi medesimi, onde ne alterano o annullano le funzioni vitali.

IV. L'assorbimento diretto d'una certa quantità di questi sali avviene per avventura assai più raramente, e produrrebbe la morte delle piante.

2. Rame.

2955. Rinviensi **rame** nelle piante, in istato metallico, o combinato con acidi. Il MEISSNER ne trovò nelle ceneri di moltissime, sia indigene sia eso-

(1) Concetto espresso dal GASPARIN rispetto ai solfati di ferro, e alle terre *vetriolizzate*. V. *Cours d'Agric.* T. I, pag. 104 e 662.

tiche (1). Il SARZEAU ne ricavò dalla scorza di chinachina, dal caffè, dalla robbia, e in generale da tutte le piante da lui analizzate. Tra le quali merita singolar considerazione il frumento, per cui calcolava egli il SARZEAU, che il peso del rame mangiato in Francia nel pane ascendeva a 3650 chilogr. per anno, tutto rame ricavato dal suolo mercè la coltivazione del grano. Però le soluzioni di rame nuocono alla vegetazione, e il PHILIPS inaffiandone un giovane pioppo lo fece morire (2). Il JOHN afferma egualmente nocivi i *nitrati* e *carbonati di rame*. Come spiegherebbesi adunque l'esistenza di questo metallo in tante piante? Probabilmente riesce innocuo o benefico unito al *fosforo*, cioè in istato di *fosfato*, o si bene con acidi, ma vegetali, perciocchè, ad esempio, il *solfato di rame* impedisce la germinazione. Onde spiegano l'efficacia d' incalcinare i grani di frumento da seminare impiegando, secondo la proposta del PRÉVOST, *solfato di rame*, col supposito che spenga i germi della carie aderenti ai grani medesimi.

3. Piombo.

2956. **In terreno con ossido giallo di piombo** vide l' HUMBOLDT germogliare sementi, e il VOGEL in altro con *ossido rosso*: fenomeno che accade anco adoperando vetro pesto, o pura ghiaia, cui quell'ossido si può paragonare in questo caso per la sua insolubilità nell'acqua. Infatti in una soluzione d'acetato di piombo il MARCET vide perire i fagiuoli nel terzo giorno. Nel V LIBRO questi sperimenti si richiameranno nello studio del meraviglioso fenomeno del germogliamento, il cui buon successo torna di sì gran momento nell'arte del coltivare. Il *piombo* non decompone l'acqua: tuttavia i bacini, e tubi di *piombo* nei punti in cui l'acqua trovasi contemporaneamente a contatto dell'aria vengono attaccati dall'*ossigeno* dell'aria disciolta nell'acqua, e dall'*acido carbonico* dell'aria medesima: onde formasi *carbonato di piombo*, materia bianca e nociva. Il vino e i liquori acidi conservati in vasi di *piombo*, gli alimenti grassi preparati nelle comuni stoviglie nella cui vernice entra *ossido di piombo*, producono velenosità per la loro occulta e lenta azione tanto più fatali. Taluni adulterano vini aspri, o inaciditi per dolcificarli, sofisticandoli con *protossido di piombo*, volgarmente, *litargirio*, o altri preparati dello stesso metallo. Per iscoprire questa perniciosissima frode, si versi nel vino sospetto un po' d'acqua contenente *idrogeno solforato*, il *piombo* precipita allo stato di *solfuro* nereggiante. Invece ove s'impieghi *carbonato d'ammoniaca*, il metallo precipiterà nello stato di carbonato bianco.

2957. **L'acetato e il solfato di piombo** furono sperimentati dal CHATIN (3) col seguente risultato comparativo, somministrandoli in polvere attorno ai pomi di terra piantati.

---

(1) Ann. de Chim. et de Phys. XI. pag. 106.
(2) ANNALS of philosophy, XIX, pag. 76.
(3) CHATIN, Études expérimentales sur l'action des sels etc. Comp. R. de l'Acad. des Sc. T. XXXV, p. 787.

		Ricolti per ettaro
TERRENO senz'alcun concio.	Pomi di terra chilogr.	**14703**
» concimato con letame . . .	» »	**23820**
» con chilogr. 445 d'*acetato di piombo*	» »	**12512**
» » 335 di *solfato di piombo*	» »	**13812**

L'effetto adunque risulta notevolmente passivo.

4. Zinco.

2958. Nel **solfuro di zinco** sperimentò il SEGUIN bulbi di giacinto e cipolle mercè una soluzione in cui perirono. Il VOGEL avrebbe veduto riuscire male il germogliamento dell'orzo nell'*ossido di zinco*, ed il contrario accadere del frumento. Diversità d'effetti per l'agricoltore indifferente, giacchè non può accadere in pratica d'aver ricorso ad analoghi sperimenti: ma di qualche peso nello studio della germinazione e della diversa costituzione delle piante e relazione loro colle differenti sostanze materiali.

2959. Il **solfato di zinco** ha proprietà antisettiche sperimentate dallo STRAUS-DURCKHEIM fino dal 1842 (1). Sperimentato dal CHATIN (2) in polvere sparsa attorno ai tuberi di pomi di terra in ragione di 335 chilogr. per ettaro, il raccolto riuscì comparativamente ad egual terreno letamato, ed altro senz'alcun sale nè ingrasso, in ragione pur d'ettaro:

TERRENO senz'alcun ingrasso, pomi di terra raccolti .	chilogr.	**14703**
» concimato	»	**23820**
» col solfato di zinco	»	**11457**

onde rilevasi danno anzichè utile, pel maggior ricolto nel terreno senza sale di *zinco*. Raffrontando questo sperimento con quello del § 2957 si argomenta lo *zinco* più nocivo del *piombo*: lo che ne dimostra che sali di questo metallo non possono mai far parte nè di chimici nè di meccanici ingrassi, almeno rispetto alle piante analoghe ai pomi di terra.

5. Stagno.

2960. Il **muriato di stagno**, *cloruro di stagno*, nuoce alle piante. Del resto non interessa lo studio dell'agronomo, al quale però non disgradi lo avvertire che se lo *stagno* metallico serve alla fabbricazione di gran numero d'utensili e di vasi ad uso domestico, ed alla stagnatura de' vasi di rame ove si fanno cuocere gli alimenti (e ciò perchè uno de' metalli meno alterabili dall'aria e dai liquidi) tuttavolta gli acidi vegetali, siccome l'*acetico*, il *citrico*, l'*ossalico* ecc. agiscono sensibilmente sul medesimo: in ispecie sotto l'influenza del calore l'ossidano, e producono sali più o meno venefici.

---

(1) Nel suo *Traité pratique de l'anatomie comparative*. Tom. I, pag. 177.
(2) Loc. cit. pag. 787.

6. Argento.

2961. **Cloruri d'argento** (*muriato d'argento*, *luna cornea*) contiene l'acqua del mare, e quindi pure n'hanno le piante marine: la proporzione dell' argento nell' Oceano risulta **:: 1 : 10000000** ; nelle piante marine **::1:100000** (1). Proprietà utile a conoscersi intorno all'*argento* è il suo annerire prontamente a contatto del vapore di *solfo* e dell'*idrogeno solforato.* Forma poi cogli altri corpi semplici un gran numero di combinazioni, due tra le quali l'*azoturo d'argento*, e il *fulminato d'argento*, scoppiano con prodigiosa violenza. Esiste nella natura 1° allo stato nativo; 2° allo stato di lega coll'*antimonio*, coll'*arsenico*, col *tellurio*, col *mercurio*, e coll'*oro*; 3° allo stato di *solfuro*, e di *seleniuro*; 4° allo stato di *cloruro* e di *ioduro*; 5° a quello di *carbonato*.

7. Oro.

2962. **Tracce d'oro**, dichiararono il Kunkel e il Sage in certe ceneri di vegetali, ma dubitò il De Candolle (§ 2926) esistessero ne' materiali impiegati nello analizzarle (2). S'incontra ne' terreni d'alluvione entro aperte vallate in mezzo a montagne primitive: infatti esiste oro in pagliuole o pagliuzze nelle sabbie de' fiumi traenti origine da terreni primitivi, e scorrenti colle acque per grandi estensioni, la cui formazione dipende da que' terreni medesimi. I torrenti corrodendo le sponde di quegli altipiani dopo le grandi piene, come ho rilevato io stesso nell'*Orco* in Piemonte, nel luogo di faccia alle concavità prodotte dalle corrosioni, o più esattamente nel posto ove depositano la maggior parte de' materiali staccati dalla ripa corrosa, abbandonano coi medesimi le pagliuzze d'oro nativo, il quale vi rimane pel suo peso specifico ch'è 19,5 e per la sua inalterabile natura vi si conserva. Può considerarsi come materiale inerte per la vegetazione, giacchè non si combina coll'ossigeno a veruna temperatura, e gli acidi solforico, azotico e cloridrico non l'intaccano, e neppure gli alcali, e i carbonati od azotati alcalini (3).

8. Mercurio.

2963. **I vapori del mercurio** producono da principio macchie gialle, e brune nelle piante, indi a poco diseccamento e morte (4). Però Teod. di Saussure tagliò un albero ancor sano e vi trovò il mercurio liquido che trent'anni addietro vi avea riposto. Il Plenck e il Vogel affermano innocuo alla vegetazione il *cinabro* ch'è *solfuro di mercurio*: proprietà non meraviglievole perchè insolubile. Il *mercurio* noto comunemente qual metallo liquido (l'unico che lo

---

(1) Malaguti, Compt. R. de l'Acad. des Sc. Tome XXIX, pag. 680.
(2) De Candolle, Phys. vég. loc. cit., p. 388.
(3) Regnault, *Cours. élém. de Chim.*, troisième partie, § 1146.
(4) Gli effetti del vapore di mercurio ossidato, sui vegetali viventi fu investigato dai chimici olandesi Deiman, Van-Trostwych e Lauwerènburgh, dipoi dal Saussure, Treviranus e parecchi altri.

sia a temperatura ordinaria) difficilmente si vorrà credere *malleabile*: esso acquista questa proprietà solidificando, nel quale stato passa se la temperatura discenda tra —50° e —40°. Questo metallo si combina coll'*ossigeno*, collo *solfo*, col *cloro*, coll'*azoto*, coll'*iodo* ecc., e forma composti utilissimi per l'altre industrie, non per quella de' campi. L'agricoltura trae solo profitto dalle acque d'*amalgamazione*, dalle quali (estratto il *solfato di soda* destinato alla fabbricazione del vetro o della *soda* medesima) saturate con calce viva, si ottiene una densa poltiglia che poscia essiccata e ridotta in polvere vien posta in commercio sotto nome di *sale d'ingrasso delle* HALSBRUKE di cui dirò in acconcio luogo.

Il *sublimato corrosivo* è un *deutocloruro*, o vuoi *bicloruro di mercurio*: la sua potente azione velenosa rimane annullata dall'albume dell'uovo, perciò impiegato quale antidoto contro questo sublimato. Il *deutosolfuro* poi di *mercurio* (il dissi al § 2809) costituisce il *cinabro*.

Conchiusione sui Metalli.

2964. Altre **proprietà** rimarrebbero da notare ne' metalli in genere di questa classe. Riduceteli, ad esempio, in fili sottilissimi; sotto la scarica d'una forte batteria elettrica il *ferro*, lo *stagno*, lo *zinco*, il *piombo*, l'*argento*, il *rame* e l'*oro*, abbruciano con disviluppo di luce vivissima. Ma troppo dilungherei il CAPITOLO, e dove cadranno in acconcio riusciranno più opportune e per avventura meglio intendevoli. Comple nondimeno aggiugnere a quanto esposi nel § 2955 le due seguenti avvertenze.

2965. Ia In generale tra le molte sostanze materiali ch'entrano nella costruttura organica, terrose, alcalini, saline, metalliche ecc., in ispecie i veri metalli de' quali ora venni dicendo, sembrerebbero a taluni non essenziali: tengo però migliore l'opinamento del SAGEY, non doversi cioè considerare per accidentali o avventizie, sì bene far parte de' tessuti (1). Ancorchè le funzioni di alcune sostanze metalliche rinvenute dai chimici negli esseri organici, rimangano tuttavia occulte; ancorchè nelle stesse specie di piante se ne trovino diverse proporzioni, perciocchè in diversa misura esistano ne' terreni in cui vegetarono, il principio filosofico che nulla indarno si operi dalla Natura, dee bastare per istimolarci allo studio delle medesime sostanze metalliche, eziandio per giugnere ad apprezzare se convenga tenerle per indifferenti o straniere affatto al regno vegetale, ovvero per materiali necessarii.

2966. IIa È **paradossa** l'azione de' metalli, perchè se non giovevole almeno innocua nel torrente interno della circolazione, e in pari tempo venefica se venga somministrata alle piante. Ma perchè un metallo di certa guisa concorre alla formazione della macchina organica quando questa se 'l procaccia da sè medesima, laddove, procuratogliene l'assorbimento dall'arte gli altera o toglie la vita, non vogliasi credere contraddizione veruna. Gli stessi succhi prodotti da una pianta, possono avvelenarla: di pari modo i serpenti velenosi conservano entro vasi speciali un veleno terribile, e muoiono se mordonsi da se stessi.

(1) *Journ. des Sc. d'Observation.* Vol. II, pag. 222.

SEZIONE III.

Chimica della sostanza eterea.

2967. Finalmente bene o male ho trascorsa la parte, acciocchè il dica, increscìosa della CHIMICA AGRARIA. Non già che s'entri ora in men ardue investigazioni: per lo contrario ho da far passo allo studio de' più stupendi fenomeni, i quali però se richieggono compiuta ed intensa attenzione, e comechè adoperi lo scarso ingegno affinchè li possa l'agronomo almeno intendacchiare, richiamino sempre severa ponderazione, tuttavolta procacciano dilettamento penetrando di qualche guisa nel secreto delle maravigliose opere della Natura. Fin qui si passò rassegna delle *sostanze materiali* onde si compone in gran parte l'edificio che più interessa l'agronomo, voglio dire l'essere organizzato: volgendosi allo studio dell'altre sostanze *eterea* ed *organica* si fa scala ai fenomeni che ne disvelano il moto e la vita.

2968. Posciachè uno de' più celebri chimici ha detto: *noi fissiamo sulla carta i raggi del Sole* (1), e tanti secoli addietro un vate filosofo sublimemente invitava ad osservare il mirabile fenomeno scolpito nel memorato verso

Vedi il calor del Sol che si fa vino,

ripeterò io pure arditamente che luce e calore non si limitano ad azioni esteriori ed a fenomeni estranei alla composizione delle sostanze *materiali* ed *organiche*. E perciocchè *calore* e *luce*, come l'*elettrico* sieno unicamente diversi stati o modi di esistere di una medesima sostanza *eterea*, ne inferiremo questa in genere formar parte integrante de' corpi organici ed inorganici. Nè mancheranno fatti per avvalorare questa conghiettura, che per mia stima offre modi semplici ed agevoli nella spiegazione di molti de' più mirabili fenomeni naturali: spiegazione cui però occorre in sommo grado la nozione chimica della *sostanza eterea* medesima, che traccerò di volo per questi articoli distinta;

ART. I. **Cognizione chimica** del CALORICO;
» II. » della LUCE;
» III. » dell'ELETTRICO e del MAGNETISMO.

Parlando delle nozioni fisiche della sostanza *eterea* cominciai da quelle intorno alla *luce*: ora per riuscire più intendevole mi torna per le nozioni chimiche far capo dal *calorico*.

Art. I. Cognizione chimica del calorico.

2969. Statico o dinamico si può conghietturare il calorico dagli effetti percettibili ch'esso produce. Probabilmente non esiste calorico in natura allo

---

(1) LIEBIG, Lettere ecc. Ediz. di TORINO, pag. 249. La traduzione francese reca similmente: *Nous fixons sur le papier les rayons du soleil*. Ediz. cit. di PARIGI, pag. 288.

stato di quiete, perciocchè nulla per avventura possa concepirsi in perfetta immobilità, a qualunque specie di sostanze *materiale*, *eterea* od *organica* appartenga. Ma io considero il *calorico* in un modo d'essere stazionario, riferibilmente ai nostri sensi, quando, avvegnachè in conflitto con altre forze della materia cui sia connesso o interposto, vi resta di certa guisa in equilibrio per virtù della propria *impulsione*. Qualora ogni minimo disturbo di cotesto equilibrio si manifesti per effetti abbastanza apprezzevoli, allora considero il calorico nello stato *dinamico*, e ne consegue lo studio di tutti i fenomeni dal *calorico* in cotale stato prodotti, o cagionati. Non si ponga mente alla più o meno impropria denominazione, ed alla teorica disputabilità del concetto per essa significato: si tenga per una guisa di distinguere i fenomeni attinenti o dipendenti dal *calorico*, in due classi; e stia contento l'agronomo di far tesoro de' fatti cui di volo vengo accennando, per dedurne poscia negli studii fisiologici degli esseri organici le applicazioni confacevoli alla cognizione razionale dell'arte del coltivare.

[1] Calorico statico.

2970. Un **calorico costituente**, essenziale alla composizione de' corpi quanto gli elementi materiali di cui si compone, rimarrà una *ipotesi* finchè prove dirette non lo dimostrino. Tuttavia alcuni fatti ne attestano la probabilità. Fra i quali piacemi trascegliere la concordanza singolare rinvenuta dal GARNIER tra il peso atomico de' corpi semplici, o vuoi indecomposti, e il loro calore specifico (1). Concordanza poi tanto più apprezzevole perchè verificata nella piupparte degli *ossidi*, *solfuri*, *cloruri* ed altri corpi composti (2). Inoltre come spiegare la costanza del calore speciale, proprio di ciascuna specie d'esseri organici? La forza con cui le molecole liquide s'attraggono agisce in ragione inversa del loro calorico di costituzione: lo che si verifica eziandio pei gas sotto eguali volumi e pressioni. Quindi i movimenti d'*endosmosi* (§ 2209) sono fenomeni molecolari dovuti a quel *calorico* medesimo. Laonde spiegasi secondo il BÉCLARD perchè l'acqua s'*indosmosi* verso tutti gli altri liquidi: essa ha il calore specifico maggiore di tutti (3).

2971. Se tra **calore** e **calore** esista differenza apprezzevole, non dovrebbe riuscir dubbio, dappoichè il MELLONI segnalò come speciale proprietà quella delle lamine di sal gemma, di trasmettere in eguali proporzioni ogni specie di calore a differenza di tutti gli altri corpi pe' quali calore di diversa origine vien diversamente trasmesso. Dico di diversa origine: conciossiachè

---

(1) Per conoscere il calore specifico d'un corpo semplice basta dividere il peso *atomico* medio dell'acqua, eguale a 37,5 per lo peso *atomico* del corpo semplice, e ridurre la frazione che ne risulta in decimali (lo che si ottiene dividendo 37,5000 pel detto peso *atomico* del corpo). Il ferro ad esempio ha 350 per peso *atomico*: dividendo 37,5000 per 350 risulta 0,1071. Ora il calore specifico del ferro secondo DULONG e PETIT si calcola 0,1100, e secondo il REGNAULT 1137.

(2) *Recherches sur les rapports entre les poids atomiques moyens des corps simples et leur chaleur spécifique.* Lettre de M. GARNIER à M. ARAGO, Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXV, pag. 278.

(3) BÉCLARD V. Compt. R. cit. Tom. XXXIII, pag. 2.

affermarono il DE LA PREVOSTAYE e il DESAINS persino cotali lamine non concedere passaggio con eguali proporzioni al calore di lampade, ed a quello emanato da sorgenti a 100 gradi. Il MELLONI sagacemente oppose la differenza d' irraggiamento calorifico tra una lampada e un vaso d'acqua bollente (1). Questione pel subbietto presente di poca importanza se non rifermasse che per regola generale, la trasmissione del calore per tutti i corpi solidi e liquidi varia per la diversa elevazione di temperatura (2). Oltracciò la contraria affermazione di quelli che d'altronde ne pare indubitata (3) non si può forse agevolmente spiegare per la diversità non d'irraggiamento, ma di certa guisa di particolarità del calore differenti a seconda della diversa sorgente da cui deriva? A prima giunta si parrà oziosa cotesta dubitazione. Ma la Natura non ci mostra ella ogni giorno un'evidente azione speciale del calor solare sulla vegetazione diversa da ogni altra foggia di riscaldamento?

[2] Calorico dinamico.

2972. Per **calorico dinamico** ho voluto esprimere il suo stato di moto, e senza oltrare in dischiarimenti che, troppo concisi per necessità di breviare, lascierebbero soverchia menda d' ipotetico al mio concetto, mi limiterò alle nozioni più essenziali per l'agronomo, quali versano su fenomeni chimici che dal calorico nello *stato dinamico* sono prodotti.

1. Mutazioni di stato ne' corpi.

2973. Il **calore disecca**, **indurisce** le sostanze materiali nella piupparte de' casi, ma non sempre. Tutti i corpi infatti che ponno considerarsi come *idrati*, col calore si rammolliscono, colla bassa temperatura acquistano maggiore consistenza. Il pane, ad esempio, quando fresco risulta assai più tenero che quando in due o tre giorni diviene raffermo: e il BOUSSINGAULT ha dimostrato che non rassoda perchè disecchi, ossia perda dell'acqua, ma perchè si raffredda: infatti riscaldando il pane raffermo, ridivien molle come il fresco (4). Nel V e VI LIBRO verranno dilucidate le ragioni onde il calorico ne' corpi di *sostanza organica* dà occasioni ad effetti come l'accennato, diversi da quelli quasi invariabilmente prodotti ne' corpi composti unicamente di *so-*

---

(1) MELLONI. *Rech. sur les substances diathermanes* ecc. Comp. R. de l'Acad. des Sc. (17 octobre 1853) Tom. XXXVII, pag. 599-601.

(2) *Effets* (de transmission) *que l'on trouve généralement variables de l'un à l'autre flux* (de chaleur rayonnante) *pour toutes les substances solides et liquides capables de se laisser traverser par ces sortes de radiations, et constantes, je le répète, dans les deux cas du sel gemme.* MELLONI, loc. cit., pag. 599.

(3) Il fatto positivo è questo: *Le sel gemme ne trasmet que* 83 *rayons sur* 100 *si la chaleur est émise par un cube* (pieno d'olio a temperatura di circa 100°) *et en trasmet* 91 *si elle est émise par une lampe.* Rech. sur les substances diaterm. par MM. F. DE LA PREVOSTAYE et P. DESAINS. Comp. R. Tom. cit., pag. 671.

(4) BOUSSINGAULT. *Expériences ayant pour but de déterminer la cause de la transformation du pain tendre en pain rassis.*

stanza materiale; effetti in quest'ultimo caso affatto fisici, come pel CAPITOLO VII s'è rilevato.

2974. Similmente si fè cenno, ad esempio, della solidità de' metalli, che allo stato di liquidità vengono recati dal *calorico*, e da liquidi anco *vaporizzati* o *gasificati*. Per lo contrario vedremo corpi molli per virtù del calore assodarsi, ed analoghi effetti di consolidamento accadere in liquidi circolanti ne' tessuti organici. Ora limitiamoci al fenomeno più volgare e più meraviglioso che realmente accompagna lo stato *dinamico* del calorico, svolgendo le più gravi operazioni chimiche, se così ponno chiamarsi le maggiori decomposizioni, e combinazioni.

2. Combustione.

2975. **Abbruciare** e **distruggere** sono pel volgo sinonimi: questo fenomeno che dicesi *combustione*, anzichè distruzione è nella scienza mutamento, passaggio di stato d'aggregazione. Più specialmente, pel chimico la *combustione* è combinazione (1). Il LAVOISIER anzi, o almeno i chimici della sua epoca, riteneano la *combustione*, esclusiva proprietà dell'*ossigeno*: ma oltrecchè questo corpo si combina con molti altri senza svolgimento di calore e di luce, ch'è la manifestazione caratteristica della *combustione*, questa avviene senza intervento dell'*ossigeno* quando il rame si combina in certe circostanze collo *solfo*, e quando in un'atmosfera di *cloro*, e l'*idrogeno*, e il *fosforo*, e l'*arsenico*, e l'*antimonio* ardono con luce e calore.

2976. **Combustione** e **respirazione** vengono dai moderni chimici quasi parificate; anche la *fermentazione* sarebbe per taluni una specie di combustione. Tutti fenomeni che hanno di comune lo svolgimento del *calorico*, e la combinazione dell'*ossigeno*: ma essenzialmente diversi, e le prove stanno nella SEZIONE che segue. Intanto si statuisca la più essenziale differenza consistere nella parte che ha il *calorico* in questi differenti fenomeni. Nella *combustione* esso è il vero agente, la causa unica della disgregazione de' componenti il corpo che abbrucia: egli è che si svolge e si libera da se medesimo. Invece nella *respirazione* e nella *fermentazione* producesi calore, perchè le molecole che il tenevano in combinazione, o vuoi imprigionato, per virtù di altre combinazioni sciolgonsi dagli aggregamenti che aveano; e la dissoluzione del corpo mette in libertà il calorico che gli apparteneva. La *combustione* è opera della *impulsione* del calorico: la *respirazione* è opera della forza organica o vitale che governa a suo grado diversi effetti dell'affinità chimica: la *fermentazione* infine è dovuta alla preponderanza dell'affinità chimica sulla *forza vitale*, e non è prodotta, ma coadiuvata dalla *impulsione* del *calorico*. E piacemi insistere sin d'ora su queste tre differenze gravissime, che per più volgare concetto si ponno esprimere di questa guisa:

1° La *combustione* è opera della forza d'*impulsione*;

(1) ..... Non v'ha combustione perchè non v'ha combinazione ». SOBRERO, *Man. cit.* Vol. I, part. I, pag. 313.

2° La *respirazione* è opera della forza *vitale*;
3° La *fermentazione* è opera della forza d'*attrazione*.

2977. **Comburente e combustibile** esprimono la diversa parte dei due corpi che colla loro combinazione generano quello sviluppo di calorico *oscuro*, o *luminoso*, onde la combinazione medesima ha nome di *combustione*. Se abbruciate legna quest'è il *combustibile*, e l'ossigeno dell'aria è il *comburente*. In realtà il corpo *elettro-negativo* ha nome di *comburente*, e l'*elettro-positivo* di *combustibile*: onde l'ossigeno, il più elettro-negativo di tutti i corpi noti, riman sempre il *comburente*, o come vogliono, l'autore della combustione; e lo *solfo* combinandosi coi metalli a fronte dei quali risulta elettro-negativo, divien esso *comburente*, e quelli ardono nel vapore di solfo. Ma se ponderiamo, senza vincolo di preconcette ipotesi, il fenomeno isolato della *combustione* intesa sotto il suo volgare significato, rileveremo l'incoerenza di cotesto appellativo di *comburente*. Se non che sarebbe soverchio in questo luogo esporre una nuova teoria della *combustione*: appena potrò tratteggiarne il concetto nella Sezione che segue.

2978. La **combustione** (nelle circostanze in cui interessa l'agronomo) non avviene senza il contatto immediato dell'ossigeno atmosferico. Il contatto dell'aria adunque non basta, perchè impiegandosi, per così dire, nella combustione il suo ossigeno, l'aria rimanente risulta impropria ad alimentarla; oltracciò fa mestieri che i prodotti della combustione se ne vadano. La facilità con cui brucia il carbone, dipende dal suo trasformarsi in prodotto gasoso, l'*acido carbonico*, il quale dilatato dal calore si solleva; e richiama l'aria al contatto del combustibile. Onde un focolare, un camino ben fatto, deono agevolare l'egresso ai prodotti gasosi della combustione, e il richiamo dell'aria sul combustibile acceso. Per incominciare la combustione d'un corpo, si richiede un forte calore che lo riscaldi: a mano a mano il corpo prosegue ad abbruciare, purchè la temperatura che si disviluppa dal medesimo non sia inferiore a quella necessaria per cominciarne lo incendimento.

2979. **Sviluppo di luce e di calore** non avvengono forse mai senza mutazione ne' corpi onde quello sviluppo proviene. Percuotendo selce con selce, puoi trarne scintille, intantochè se n'eleva la temperatura: il mutamento di composizione non avviene egli nelle pietre anzidette, mentre colla percossa se ne strappò porzione che volò in minime scheggie? Chi vorrà credere non avvenga condensamento di parte e quindi assettamento di molecole in nuove positure, quando il ferro energicamente battuto, benchè a freddo, sull'incudine divien caldo e scottante? Ma non dirò tuttavia d'aver ottenuto la *combustione* di quella selce, nè di quel ferro. E se invece di produr quegli effetti colla violenza della percossa, adoperassi l'azione diretta del fuoco, arrossando anche ad esempio il ferro, dirò averne conseguito la combustione quando la mutazione prodotta dal calore l'avrà, per volgare espressione, abbruciato, cioè distrutto a modo che ne sia scomparso ogni vestigio. Potrò dire bensì che il carbone fattosi rosso di fuoco è in *combustione*: ma questa s'adempie quando quello struggendosi, in poca cenere si risolve.

2980. **Luminoso** o **incandescente** diviene ogni corpo a temperatura

di 5 o 600 gradi (1): ma tutti i corpi combustibili non disviluppano lo stesso grado di calore, bensì quello proporzionale alla quantità d'*ossigeno* che consumano. La quale quantità d'*ossigeno* può tuttavia rimanere proporzionale al calore stesso di costituzione del corpo, perchè quanto maggiore tanto più energicamente dispone gli elementi del corpo che abbrucia, in condizioni favorevoli a formar nuovi composti.

2981. La **fiamma** è quella oscillante e tremula vampa di materia accesa svolta dai corpi in *combustione*, che ognun conosce. Ma non tutti i corpi, comecchè combustibili, ardono con fiamma, perchè non basta che il calore ne riduca gli elementi in istato *gasiforme*; importa che i gas prodotti sieno combustibili. Perciò il carbone abbruciando, in parte si *gasifica* combinandosi il suo *carbonio* coll'*ossigeno*, ma componendosi di questo modo *acido carbonico*, gas non combustibile, arde il carbone tranquillamente e quasi affatto senza fiammeggiare. Bruciano adunque con fiamma

1° I corpi naturalmente gasosi e combustibili.

2° I corpi combustibili solidi o liquidi che il calore più o meno totalmente riduce in gas combustibili.

Tra i primi si offrono ad esempio l'*idrogeno* puro, e gli *idrogeni protocarburati*, e *bicarburati*, e simiglianti composti naturalmente gasosi e combustibili.

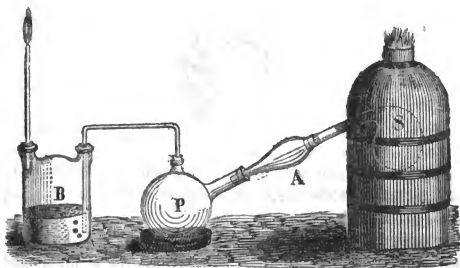
Tra i secondi notasi ad esempio l'*alcool* tra i liquidi, il *fosforo* e la *canfora* tra i solidi, perchè col calore convertonsi in vapore di natura combustibile. Altri corpi però, come il grasso, la cera ecc. prima di convertirsi in gas e vapori combustibili si decompongono pel calore, componendosi in altre combinazioni atte a divenir gasose o vaporose. La fiamma d'un pezzo di legno, di una lampada ad olio, o d'una candela vien prodotta dall'*idrogeno carbonato*, che abbruciando sviluppa il calore necessario per farsi incandescente.

2982. **Rendonsi fiammiferi** combustibili che nol siano, mediante chimico apparecchio che descrivo: giacchè tornerebbe assai volte di utilità e comodezza saper trar luce in pari tempo che calore da combustibili ardenti con poca fiamma o niuna. La Chimica insegna di sdoppiare carbon fossile, torba e legno ecc. in materiali che fiammeggiano, ed altri che ardono senza fiamma. Poni carbon fossile nella *storta* S comunicante la mercè dell'*allunga* A col *pallone* P che congiugnesi con tubo ricurvo alla bottiglia a due colli B, nel modo chiarito dalla fig. 755. Versa acqua di calce in essa bottiglia e muniscila di tubo di vetro terminante in punta sottile. Scaldando la *storta* S il carbon fossile si decompone: il *pallone* P riempiesi di gas e vapori, di cui parte si condensano ed altri si recano entro l'acqua di calce della bottiglia B. Ivi taluni si fermano, come l'*acido carbonico* rattenuto dalla calce con cui si combina: altri traversano il liquido e sfuggono per l'estremità del tubo verticale. Appena sortita l'aria da' vari recipienti dell'apparecchio, se appiccasi il fuoco allo zampillo dei gas che succedono, ottiensi fiamma vivace e luminosa, finchè dalla storta S prosegue lo svolgimento di que' gas combustibili.

---

(1) PIRIA. Tratt. elem. cit., pag. 315.

Ho citato questo apparecchio non solo per dimostrare di qual guisa il calore dispone gli elementi de' corpi combustibili in modo da formare prodotti gasosi ed atti a svolgere luce, quanto perchè ho veduto in una bella *Cascina*

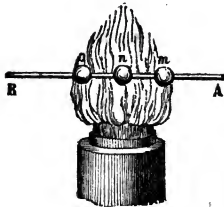
Fig. 755.

adottato l'uso d'illuminarne gli ambienti col gas, e probabilmente la Chimica non tarderà molto a seguire procedimenti economici per fornir luce a miglior mercato.

2983. **In mezzo alle fiamme** non havvi combustione, la quale non si compie per l'ordinario senza intervento dell'ossigeno, cui la fiamma stessa impedisce di penetrare nel suo mezzo. Accesa una lampada ad alcool con grosso stoppino perchè arda con fiamma voluminosa, accostasi una candeletta di cera accesa: se spingasi il lucignolo di questa nel centro della fiamma della lampada (fig. 756), il lucignolo immediatamente si spegne, e riaccendesi nell'istante in

Fig. 756.

cui ritirandolo attraversa la parte più esterna della medesima fiamma. Può farsi lo sperimento eziandio con bastoncino di vetro in cui siano infilzate tre

pallottoline di piombo *m*,*n*,*o* (fig. 757) distanti in modo tra loro che introdotto

Fig. 757

il bastoncino nella fiamma della lampada, la *n* si trovi nel centro, e l'altre due ne' lembi esterni della medesima. Queste due *m* ed *o* cadranno fuse assai tempo innanzi alla *n* posta nel mezzo.

2984. La **propagazione delle fiamme** in molte circostanze è impedita da una semplice maglia metallica; sul qual fatto riposa la lampada di sicurezza del DAVY, da descrivere colle modificazioni del MUESCLER e del COMBES in altro luogo, parlando de' mezzi per illuminare le stalle e guarentirsi dagli incendii.

Perchè sia luminosa una fiamma è mestieri che comprenda un corpo solido incandescente. La fiamma del *gas idrogeno* splende pochissimo: ma un pezzo di calce reso incandescente in uno zampillo d'*idrogèno* di cui s'alimenti la combustione col gas *ossigeno*, divien sì luminoso da non reggere gli occhi a tollerarne lo splendore. Il diverso colore poi delle fiamme forma subbietto d'ipotesi controverse che tralascio per procedere ad altre nozioni.

2985. La **torrefazione, abbronzamento** o cottura delle terre risulta per molti riflessi, una maniera di acconciamento poco profittevole. O la terra che vuolsi *addebbiare* (vocabolo speciale a questa operazione) contiene principii organici e col fuoco totalmente si sperdono. Scaldato a rosso un pizzico di terra sulla lama di un coltello (fig. 758) essa divien nera, perchè la materia organica si *carbonizza*; e infine rossa quando questa è affatto consunta. A compensare questa perdita di *sostanza organica*, il *debbio* offre vantaggi che nel IV LIBRO verranno in esame. Ma vuol procedersi in modo che la combustione risulti, per così dire, soffocata, onde i prodotti pirogenati, azotati, svolti dalle materie organiche vengano assorbiti dalla terra del mucchio. La terra stessa torrefatta, risulta modificata nella sua struttura, e di compatta si rende porosa, salve le avvertenze da esporre nel detto IV LIBRO, dove si noterà pure il beneficio recato dalla *tor-*

Fig. 758.

refazione col liberare la terra *debbiata* da moleste generazioni d'erbe ed insetti nocivi. Ma quantunque s'ottenga molte volte di tramutare la composizione o forma di certi composti, rendendoli assimilabili, e perciò utili alle piante, tuttavolta a rigore di termini, colla *torrefazione*, ossia *debbio*, gran parte de'migliori principii son via trascinati dal calorico, e il risultato ultimo si bilancia con vera perdita.

2986. La **cinefazione**, di cui si dirà parlando de'varii acconciamenti ed ingrassi, a maggior ragione offre una perdita reale di sostanze fertilizzanti allorchè si riducono in *cenere* erbe, foglie ed altri corpi vegetali, per ispanderla su prati ecc. Non m'intratterrò ulteriormente su questa pratica, perchè in acconcio luogo risulterà manifesto che, come il *terricciato* alla *torrefazione* è da anteporre, similmente alla *cinefazione* hassi da preferire la lenta e ben condotta decomposizione delle materie organiche, erbacce ecc., raccogliendole in ammassi e governandoli come sarà investigato.

2987. I risultati della combustione interessano in sommo grado negli studii agrologici. Ho voluto farne questo cenno per le relative norme che deono discenderne, in ispecie in quelle industrie in molti casi spettanti al saggio economo siccome la carbonizzazione, la fabbricazione di mattoni, la cottura della pietra calcare, del gesso ecc. Ma era poi mio debito non trapassarlo per la necessaria investigazione dei principii elementari delle piante, nelle quali la *sostanza materiale* trovasi residuata nelle loro ceneri, supponendosi che la *combustione* abbia facoltà di volatilizzare soltanto la loro porzione di *sostanza organica.* Lo che non consentirà così di leggieri chi porrà mente alle sperienze dello ERDMANN, il quale osservò « che quando si riducono in cenere le sostanze organiche, avvien perdita notevole di *fosforo*, di *cloro*, di *solfo* » (1). E chi non vede in questo ciò che realmente deve accadere?

Egli è il calorico stesso che formando parte integrante dei corpi tutti, in diverse proporzioni alla diversa natura loro necessarie, nel disfacimento dei corpi stessi, ossia disgregazione de' loro elementi, non può mancare di trascinarne alcuni pei quali ha maggior preponderanza perchè meglio per avventura li circonda ed avvinchia. Io so bene che taluni amano di ritenere il calorico per un moto, una forza, una virtù o potenza: ma questa non potrebbe esistere con effetti sensibili e materiali, senza materia a cui si applichi l'azione di quel moto, forza o potenza: tolto l'oggetto materiale, non si saprebbe di qual guisa quel moto o forza potesse manifestarvi un effetto qualsivoglia. Ora il NEWTON pel primo sperimentò che il calorico attraversa il vuoto (2), e il RUMFORD confermò il fatto pel vuoto TORRICELLIANO, come dipoi il DULONG e PETIT, non che il DAVY. L'*attrazione* agisce essa pure nel vuoto, anzi pare riuscire più energica perciocchè alla caduta del grave non si opponga in quel caso la resistenza dell'aria. Ma gli effetti prodotti dall'*attrazione* sono ben diversi da quelli così svariati che genera il *calorico*; a tal segno che coloro eziandio i quali lo riguardano come una forza, un movimento, hanno ricorso all'esistenza d'un etere che per

(1) In una pianta non incenerita, rinveniva 0,66 per cento di *solfo*: la cenere della medesima pianta ne contenea soltanto 0,12. Vedi MALAGUTI, Lez. cit., Aggiunte pag. 319.
(2) Quistione XVIII della sua OTTICA.

diverse maniere investito da quella forza manifesta i fenomeni del calore e degli altri imponderabili.

2988. Gli **effetti fisici** però del calore non deono porsi in non cale dall'agronomo giacchè hanno una influenza principale sulla vegetazione. Nella temperatura prossima al termine del ghiaccio, la germinazione viene impedita, o arrestata se in via di sviluppo. La forza vegetativa ad esempio non varrebbe a mettere in moto il succhio, a determinarne la circolazione senza l'intervento del calore. Quando il succhio comincia a scorrere da incisioni fatte nel tronco, o nello stelo d'una pianta, se imitando il WALKER si applichi ghiaccio ad alcuna di quelle aperture se ne impedisce lo scolo, intanto che continua per gli altri fori. Questi effetti spiegano direttamente, che senza calore, o più correttamente, alla temperatura prossima allo zero, gli umori vegetali non posseggono la liquidità necessaria per obbedire alla forza vegetativa o vitale che voglia dirsi. Simili considerazioni debbono estendersi sulla rigidezza de' tessuti vitali, ed altri analoghi effetti fisici: ma di quelli dipendenti da troppo depressa temperatura, a bastante nel CAP. VII s'è ragionato.

Art. II. Cognizione chimica della Luce.

2989. L' **identità del calorico e della luce**, dimostrata a sufficienza nel CAPITOLO della FISICA AGRARIA, mi solleverebbe da ogni ulteriore argomentazione sulle funzioni della luce, come parte integrante de' corpi *materiali*, e degli *organici*. Tuttavolta dirò breve qualche riflesso, non potendo, per mancanza di spazio, estendermi d'avvantaggio. Oltracciò, fa mestieri render conto delle principali funzioni dell'organamento vegetale e animale, innanzi di rendere intendevole come la *sostanza eterea*, anche nella sua maniera di essere a noi percettibile cogli attributi di ciò che chiamiamo *luce*, possa e debba entrare siccome parte costituente ne' corpi d'organica natura. Conciossiachè in questi io reputi specialmente al pari del calorico, esercitare funzioni di gravissimo momento anche la *luce*, e quindi non mi venga concesso di dichiarare, quanto me ne cale, il mio concetto prima d'entrare ne' subbietti al V e VI LIBRO pertinenti.

2990. Questa **incorporazione**, per così dire, della luce, e sua attitudine a divenire parte costitutiva de' corpi, è poi degna di qualche considerazione dell'agronomo? Dice il GASPARIN ; *vogliamo conoscere non solo la quantità di calor solare che colpisce i corpi opachi, ma quella eziandio che può accumularsi in essi corpi* (1). Ora la spica di frumento colpita dal sole acquista una temperatura differente dall'acino d'uva, dal melone: le foglie una temperatura diversa da quella degli steli. Ma nello stesso tempo, perchè non si tien conto che co-

---

(1) *Nous voulons savoir non seulement la quantité de chaleur solaire qui frappe les corps, mais encore celle qui peut s'accumuler dans ces corps.* GASPARIN. Mém. sur la radiation solaire ecc. *Compt. Rend.* de l'Acad. des Sciences, Tom. XXXVI, pag. 976 (6 Juin 1853).

tali corpi riflettono ed assorbono diverse quantità di luce? Chi ha indagato se queste differenze rispondano esattamente alle diversità di colore, ovvero se il corpo vivo ne assorbe o riflette più del corpo morto? Il medesimo GASPARIN sperimentando con vuote sfere di rame contenenti un termometro, ha verificato che i raggi solari producevano un' accumulazione di calore moltissimo superiore ne' corpi colorati che ne' bianchi (1). Ora il color bianco riflette la luce, il nero l'assorbe (§ 2371): quel termometro ne indica quel maggior aumento di calore: ma perchè non abbiamo un mezzo per misurare partitamente la luce, possiamo noi rigorosamente conchiudere che luce non sia entrata nel corpo opaco? Se si adoperi una sfera di vetro, anche non vuota, essa è penetrata dalla luce e lo si ammette perchè patentemente si vede: se invece fosse una palla d'oro lo si ritiene impossibile, perchè dentro la medesima occhio umano non penetra. E tuttavia una sottilissima lamina d'oro riesce pur trasparente. Del pari mal possiamo penetrare col guardo l'interno d'un granello di frumento: ma non dobbiamo inferirne che lume non vi penetri. Infatti nol sapremmo negare per l'acino d'uva, per la foglia, e tante specie di tessuti organici che non solo sono penetrati, ma eziandio traversati dalla luce, onde li diciamo trasparenti.

2991. **L'esperienza** diretta non s'è ancor fatta di procacciare ad alcuni vegetali lo stesso calore che l'irraggiamento del Sole gl'infonde, privandoli in egual tempo, non d'ogni grado di luce, ma di quella onde sono dal Sole direttamente colpiti: indi osservare la maturazione de' semi o frutti se avvenga con differenze sensibili da uguali piante non riparate dall'irraggiamento diretto. Però qualunque pratico conosce la differenza de' frutti nella stessa pianta esposti al Sole o a Tramontana, e per non dilungarci sovra subbietto intorno cui sarà da riparlare più innanzi, mi sto contento di citare un poeta per chimico, dappoichè sagacemente additava:

Vedi 'l calor del Sol che si fa vino.

2992. **L'esposizione** verso il meriggio come favorevole alla vite: la piantagione di alberi fruttiferi al piede di un muro che riceva e riverberi i raggi del Sole: le invetriate che accolgono e trattengono sotto di loro il calorico che ritraggono dal calore luminoso onde sono colpite; tutti questi, dice il GASPARIN, son fatti noti e comuni nella pratica ordinaria. Ma il vedere la vite, il frumento maturare il loro frutto in regioni ove la temperatura estiva non raggiugne il grado cui perviene in altre contrade ove què vegetabili non riescono a maturazione, fanno conchiudere che il calore luminoso deve esercitare una influenza di cui non è capace il calore diffuso dell'atmosfera. Tuttogiorno veggiamo piante cresciute all'ombra con isviluppo erbaceo maggiore d'altre cresciute al Sole: ma da quelle pochi frutti o niuni; da queste abbondanti, maturi e saporosi.

(1) Trovo altro fatto singolarissimo che dimostrerebbe colorarsi certi corpi senza colore pel solo suo tramutarsi in solido. I sali insolubili di *manganese*, che nello stato amorfo sono bianchi, generalmente ponno divenire color rosa cristallizzando. GORGEN. *Compt. Rend.* de l'Acad. des Scienc., T. XXXVI, pag. 865.

2993. Come mai nelle alpi con temperatura sì bassa a confronto di quella delle vallate, la vegetazione è così sollecita e rigogliosa? Perchè mai l'assorbimento e l'assimilazione del carbonio che forma all'incirca la metà del corpo, per così dire, delle piante, non avviene senza la presenza della luce? Queste due ricerche e i fatti enunciati precedentemente, ammettono una sola risposta. La differenza nella vegetazione delle piante alpine, come la loro assimilazione del carbonio, dipendono da un fatto unico, che può dichiararsi con volgare ma significante espressione, cioè che le piante bevono la luce. La mia congliettura adunque esternata e convalidata con altri fatti nel CAPITOLO della FISICA AGRARIA al § 2314, che la luce formi parte integrante degli esseri organici, se per la *imponderabilità* per così dire della sostanza eterea, non è sì facilmente dimostrabile per filo e per segno a' nostri sensi, e sfugge il cimento dei lambicchi e fornelli de' chimici, non è per ciò destituita di probabilità ragguardevole.

2994. L'esperienza dimostra pure con fatti speciali se bene o male m'apponga. Perchè il *cloro* racchiuso in fiala comune che lascia passaggio alla luce, soffre alterazioni da cui lo preserva il vetro nero onde luce nell'interno non penetra? Forse la lamina dagherriana (1) non accusa una impressione prodotta dalla luce, e di tal momento da credere ch'essa realmente si fissi nelle parti che a' nostri sensi appaiono nella lamina stessa illuminate?

2995. La **composizione della luce** di sette diverse specie di raggi, si chiarì nel VII CAPITOLO (FISICA AGRARIA). Altre distinzioni si fecero di raggi luminosi, caloriferi ecc. Oltracciò differiscono per vario grado di *flessibilità*, la quale posseggono in ragione inversa della *rifrangibilità* loro. Altre più gravi e sottili investigazioni renderanno sempre più spiccate le singolarità di codeste parti elementari della luce, e sperienze più dirette e più ripetute faranno constare della diversa loro influenza sulla vegetazione. Le scienze d'osservazione procedono a passi giganteschi e scoprono relazioni di fenomeni che nè manco si poteano sospettare. Ne citerò un solo esempio. Il WOLF scoperse non ha guari che « il numero delle macchie, e le variazioni medie in declinazione del-« l'ago calamitato non solo risultano soggette allo stesso periodo di 10 anni ed « un terzo, ma questi periodi si corrispondono in modo che i numeri delle mac-» chie pervengono al loro massimo, nella epoca stessa in cui vi arrivano le

(1) Per accertarsi del grado di probabilità che l'elemento luce si fissi nella lamina dagherriana, è d'uopo apprezzare gli effetti di questa *fotografia*, quali constano dal *rapporto* del MILNE EDWARDS sulla *Photographie zoologique* par MM. ROUSSEAU et DÉVÉRIA. Nella impressione col *dagherrotipo*, come risulta dai disegni fotografici de' citati autori, quando si osservi colla lente, si veggono tutte le minute parti che pur colla lente si vedrebbero nell'oggetto in natura. Questo immenso vantaggio che procura il disegno eseguito dalla luce medesima su quanti possa fare l'arte più accurata e maestrevole, dimostra un lavoro per così dire microscopico della luce che può pareggiarsi unicamente ad un'*azione chimica*, la quale alla fin fine risolvesi in un processo di combinazione (§ 2725). Risulta poi tanto più prodigiosa questa operazione della luce inquantochè sebbene, ad esempio, le figure di certi Polipi, ottenute dai citati ROUSSEAU e DÉVÉRIA, sieno minori del vero, tuttavolta esaminate colla lente, non solo vi si possono contare tutte le lamelle di ciascun corpo, ma distinguere le *articolazioni* ed altri caratteri di struttura alle lamelle medesime appartenenti (V. *Compt. Rend.* de l'Acad. des Sciences. Tome XXXVI, pag. 992).

« variazioni indicate (1) ». Ma qui pure mi convien troncare i riflessi discendenti da questi diversi fatti, perchè meglio s'addicono alle investigazioni meteorologiche, argomento del LIBRO successivo.

Art. III, Cognizione chimica dell'elettricità e del magnetismo.

2996. Le **sorgenti dell'elettrico** distinguonsi in *naturali* ed *artificiali* (§ 2484). Le prime hanno, secondo i fisici tre origini diverse: gli *animali*, l'*atmosfera*, e la *terra*: l'altre muovono pur da tre cause, azioni *fisiche*, *meccaniche*, e *chimiche* (2). Non si può affermare che alla produzione della elettricità, o meglio al suo sviluppo debba costantemente precedere una chimica modificazione: ma quasi sempre s'avvera, e più volte eziandio in modo per noi impercettibile. Intendendo per modificazione chimica qualsisia mutamento, o movimento intimo delle molecole d'un corpo, può esso accadere appieno internamente, rimanendo stazionarie le molecole esterne perchè rattenute dal contatto più o meno immediato di quelle dei corpi che lo circondano. Conciossiachè, non esistendo vuoto di sorta (§ 1955) non sussiste corpo senza contatto d'altri corpi.

2997. L'**esistenza dell'elettrico** ne' corpi animali non si disconosce dai fisici e naturalisti: oltrechè alcune specie di essi ne sieno dotate in modo da valersene per propria difesa. Nell'uomo si tenne di recente così energica la forza elettrica, da pretendere di spiegare con essa il meccanico fenomeno delle celebri *tavole danzanti* (3). Similmente incontrovertibile vuolsi ritenere quell'altra origine sopra notata dall'atmosfera non che dalla terra. Ma si pare egli logico, naturale escludere unicamente i vegetabili? O più razionalmente, non sarà meglio conchiudere che l'*elettrico* non vien originato nè prodotto? sì bene i suoi patenti effetti tali soltanto ci risultano quante volte cambiano le quantità o dosi di esso che ne' varii corpi tra loro si bilanciano; ovvero la sua forza d'*impulsione* rimane attutita dalla forza di attrazione molecolare o di *affinità* delle parti costitutive de' corpi organici o inorganici in cui si trova. Senonchè chiunque avrà posto mente all'anterior CAPITOLO VII non potrà disconoscere che negli organici dee esercitare inoltre la sua azione, o influenza la *forza vitale*.

2998. La **scintilla elettrica**, secondo sperienze del FREMY e del BECQUEREL, ridurrebbe l'*ossigeno* atto ad essere assorbito a freddo dall'*ioduro di potassio* e da molti metalli, come il mercurio e l'argento (4). Questo, per tacere di

(1) *Lettre* de M.r WOLF *Directeur de l'observatoire de* BERNE à M.r ARAGO. BERNE, 2 Août 1852.

(2) DE LA RIVE nel suo *Traité de l'électricité théorique et appliquée*. Vedi Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tome XXXVI, pag. 1067.

(3) Dico meccanico, perciocchè il FARADAY l'abbia evidentemente dimostrato. V. *Annali delle Scienze Naturali*. BOLOGNA, Serie III, Tomo V, pag. 345 a 333.

(4) *Recherches électro-chimiques sur les propriétés des corps électrisés*: par MM. E FREMY et E. BECQUEREL. Compt, R. de l'Acad. des Sciences. Tome XXXIV, pag. 401

altri fatti analoghi, dimostra la potenza dell'elettrico nello sviluppare proprietà ne' corpi materiali, che senza di esso non avrebbero. *L'ossigeno elettrizzato* assume uno stato particolare d'attività chimica che ha indotto valenti scienziati a prenderlo per un altro corpo. Ora se sperimenti analoghi si facessero per conoscere l'influenza somma dell'elettrico nel determinare le combinazioni chimiche cui dà origine la forza organica, noi vedremmo forse avverarsi nel passaggio della sostanza materiale entro l'organismo, que' trasporti di materia che sì stupendi ammiriamo quante volte l'elettrico è in movimento per riacquistare lo stato d'equilibrio. Senza ricorrere ai fenomeni portentosi delle forti scariche elettriche, onde veggiamo il fulmine fondere metalli e depositarli in altri luoghi, la tranquilla doratura galvano-plastica ne fa quasi dubitare che l'*elettrico* giammai si muova per seguire le leggi della propria *impulsione*, senza trascinar seco particelle dei corpi d'onde si muove, lo che ne porge idea della energica forza d'*attrazione*, o vogliam dire *affinità* che a quelle molecole lo vincola.

Disputazioni di questo genere mi trarrebbero in lungo, benchè pel loro nesso gravissimo colla Scienza Agrologica non sarebbero da trasandare. Ma perciocchè più specialmente si riferiscano a quella che chiamano CHIMICA ORGANICA, perciò farò sacrificio di alquanti altri cenni sull'*elettrico*, nella speranza che mi vengano a taglio in altri luoghi.

2999. L' **influenza del magnetismo** per verità non si conosce dai fisici nè dai chimici, e nè manco viene mentovata dai fisiologi, rispetto alle combinazioni chimiche, ed al normale sviluppo degli esseri organici. Nè far può meraviglia, perciocchè l'elettrico (di cui la maggior parte degli scienziati affermano non essere il magnetismo che una forma) offre tuttora subbietto a dubitazioni gravissime (1). Quando i chimici tenessero in alcun conto il concetto da me esternato sulla parte spettante alla *sostanza eterea* nella composizione molecolare intima de' corpi, ne cimenterebbero l'azione nelle varie reazioni e combinazioni colle quali ne disgregano, disdoppiano, riformano in altri composti e via dicendo. Forse prenderò madornal granchio: ma posciachè il S. CLAIRE DEVILLE dall'argilla giunse a ricavare l'*aluminio* sotto forma di bellissimo metallo bianco, tenace, malleabile, duttilissimo, quasi pareggiabile all'argento, che può fondersi e colarsi senza ossidare (2), chi sa se facendo intervenire il *magnetizzamento* nell'atto di ricavarlo dal cloruro si rendesse anche più perfetta quella somiglianza, e per avventura non improbabile l'identità sua coll'argento? Tornando al subbietto, ripeterò che il *magnetismo* in relazione alla Chimica finora non fu punto studiato; e dappoichè il chimico sia obbligato quasi sempre a valersi del calorico nelle sue manipolazioni, e conosca evidentemente che gran parte delle modificazioni subite dai corpi non s'ottengono senza di esso, ed inoltre debba in parecchi casi concedere analoga virtù all'elettrico, non dovrebbe trascurare l'investigazione eziandio di quella che possa spettare al magnetismo.

(1) Ne citerò una dell'ARAGO. *Quel rôle joue l'électricité dans la production de l'acide azotique atmosphérique?* Compt. Rend. des Séances de l'ACAD. des SCIENCES. Tome XXXIV (31 Mai 1852).

(2) SAINTE-CLAIRE DEVILLE. *De l'aluminium et de ses compositions chimiques.* Compt. R. de l'ACAD. des SCIENCES. Tome XXXVIII, pag. 279.

SEZIONE IV.

Chimica agraria della sostanza organica.

3000. Odierno stato della scienza. Ho esternato proposizione altrettanto grave che per avventura temeraria, affermando che la CHIMICA ORGANICA, riguardando al modo con cui viene esposta e dichiarata fino al dì d'oggi, è ricisamente una *Chimica da rifare*. Per gli studii agrologici torna essenziale dimostrare le ragioni di un asserto che avrà sembianza di paradosso inconcepibile, conciossiachè lavori e studi di celebri chimici abbiano in questi ultimi anni con merito sommo e indisputabile, recato straordinaria luce nella mirabile scienza in questione. Ma, senza menomare il valore delle molte e belle scoperte di tanti sapienti, ed apprezzando sommamente le loro dottrine in quanto appalesano la potenza dell'ingegno per fondarle sovra concetti che si colleghino ai fatti e fenomeni meno controvertibili, fo stima che grandi modificazioni e radicali debbano tra non molto i Chimici medesimi adottare, procedendo ad una compiuta riforma della CHIMICA ORGANICA.

3001. Divisione della Sezione. Rimane adunque mio debito esternare le dubitazioni onde muovono i miei concetti affinchè l'agronomo sappia cernere dalle chimiche agrarie offerte dai Chimici, quanto havvi di buono a sapere; e si riguardi da certe sentenze atte ad indurlo, siccome a non pochi intervenne, ad applicazioni disingannative. Poscia dirò di volo le nozioni generiche di chimica organica: quindi un breve studio sulle materie di natura o d'origine organica: infine sulle attinenze della chimica colle sostanze organizzate. D'onde gli Articoli che seguono:

ART. I. **Dubitazioni preliminari.**
» II. **Nozioni generiche di CHIMICA ORGANICA.**
» III. **Chimica agraria de' corpi organici.**
» IV. **Chimica agraria de' corpi organizzati viventi**
» V. **Chimica agraria de' medesimi cessata la vita.**

3002. Ho speranza che il lettore benevolo non dimenticherà gli studi preliminari esposti nel CAPITOLO III del presente LIBRO (§ 40 al § 159) e al DICHIARAMENTO con cui il medesimo ha fine.

Art. I. Dubitazioni preliminari.

3003. Dubitare non è dimostrare: ma raggiugne a capello il mio scopo, il quale non tende a discreditare la moderna scienza de' Chimici: sì bene ad ispirare all'agronomo quella salutare dubitanza, colla quale distin-

guendo ciò ch'è proprio della scienza, dalle teoriche ed ipotesi che appartengono a chi la professa, cautamente proceda nelle applicazioni, e da' buoni successi ottenuti ne ritragga maggiore fiducia nella scienza medesima. Le mie *dubitazioni* versano intorno ai capi seguenti:

[1] Esiguità dell'organismo.
[2] Proprietà delle sostanze organiche e delle organizzate.
[3] Concetti e Procedimenti chimici.

Mi limiterò in queste dubitazioni ai soli argomenti che più o meno si collegano all'uopo della SCIENZA AGROLOGICA.

[1] Esiguità dell'organismo.

5004. **Minimi esseri vegetali.** La *ruggine del grano*, in generale le *uredinee*, si trascurano e quasi si sprezzano eziandio dai micologi. Torto gravissimo, lamenta il TULASNE, misurare dall' esiguità di coteste pianticelle l'interesse che meritano, oggidì conoscendosi a quanti esseri estremamente piccoli son devolute funzioni gravissime, spesso formidabili per l' economia generale della Natura (1). Non compie ora dimostrare come il citato botanico abbia rilevato in cotesti più infimi nella gran classe de' funghi, organi semplici e composti, differenza di sesso, e processi di germinazione in mirabile analogia colle classi de' vegetabili più pregiati. Ma chi può formarsi pure un'idea delle azioni e reazioni chimiche che deono nullameno, come nelle piante di primo ordine, accadere negl'impercettibili tessuti di quei minimi corpicciuoli? Un minutissimo granello di polve rossigna o giallastra, è tutta intera una pianta che germoglia, cresce, si feconda, e moltiplica. E per la sua economia assimila sostanze che toglie al frumento sul quale vegeta, ed al quale reca, colle combinazioni chimiche che le sue funzioni fisiologiche impongono, jattura sì grave, che la scarsezza del ricolto di frumento avutosi in quest'anno in tutta EUROPA, si dee per avventura in gran parte alla prospera vegetazione di coteste pianterelle pressochè impercettibili.

5005. **Immensa copia degli esseri microscopici.** *Monade prodigiosa* è chiamato un minimo parassita, animaluccio, secondo l'EHRENBERG, o invece appartenente alla classe dei funghi microscopici a stima del SETTE (*Zoogalactina imetropha*). Benchè rarissimo avvenga, e sia un vero fenomeno straordinario, non ha molto fu veduto dal MONTAGNE. Un mezzo volatile, arrostito nel giorno antecedente, gli fu recato, letteralmente coperto d'uno strato come gelatinoso, di color rosso carminio vivacissimo. Similmente in un melone erane qualche vestigio, ed altre sostanze alimentarie sembravano coperte di sangue, come del riso cotto esaminato dall'EHRENBERG. In tempi meno illuminati e più remoti, del pane per analoga causa creduto sanguinente, fu cagione d'accusa di sortilegio e di funeste conseguenti sevizie. Oggi col microscopio si

(1) TULASNE. *Note sur la germination des Urédinées.* Compt. R. de l'Acad, des Sc., Tome XXXVI, pag. 1093.

riconosce quel sangue non altro essere che un esercito di minimi esseri. Fa mestieri unirne una schiera di **700** per formare la lunghezza d'un millimetro (1). Questa una ragione all'esitamento de'micologi nell'assegnargli piuttosto il carattere d'animali, o di funghi, unita all'altra del succedere il fenomeno rarissime fiate.

[2] Proprietà della sostanza organica.

5006. **L'investigazione microscopica** ha fatto, e farà ognor più rilevare gli abbagli che possono prendersi nelle analisi chimiche. Affermazione che argomenterò coll'esempio della *fibrina pura*, *fibra muscolare*, *caseina*, *albumina*, *vitellina* e *globulina*, tutte sostanze organiche credute *isomeri*, e costituenti un solo e medesimo corpo in tutte le sue parti. Ma il Lehmann (2) cominciò a sospettare che la *fibrina* e la *caseina* fossero corpi complessi, e diffatti l'esame microscopico fece rilevare nella *fibrina* due corpi distinti: cioè vere fibre con caratteri analoghi ne' differenti animali, bianco-giallognole, parallele ecc., e inoltre granulazioni abbondanti disseminate intorno alle fibre, e interchiuse dalle medesime. Questa osservazione indusse a dubitare che fossero similmente corpi complessi gli altri *albuminoidi* summentovati, e benchè col microscopio non siasi ancora pervenuti a distinguere due sostanze analoghe a quelle della *fibrina*, con nuovi cimenti di reazioni chimiche venne accertata la loro composizione di una sostanza insolubile, ed altra solubile nell'*acido acetico* cristallizzabile. Non esporrò certo tutte le proprietà della sostanza organica onde l'analisi immediata n'è malagevole non solo, ma rigorosamente parlando impossibile. La instabilità somma de' materiali d'organica natura, la facilità e prontezza con cui si trasformano sotto l'influenza degli agenti chimici, e la loro estrema, intrinseca diversità, non permettono regole precise d'analisi (3). Così opina il Regnault: quindi lecito il conchiuderne, impossibile l'analizzarle a rigore.

5007. **La meravigliosa potenza della Natura** non si fa solo scorgere nella intima composizione de' materiali organici, di cui l'addotto esempio dimostra che agevolmente crederemo corpi semplici quelli che sono invece composti d'altri ultimi composti. Aggiungasi alla inconcepibile tenuità d'animalucci o minime piante di cui dianzi ho offerto un cenno, ed all'immenso numero e moltiplicazione di cotesti esseri infinitesimi, aggiungasi, dissi, un solo riflesso sulle proprietà che que' minimi esseri godono in gran parte come i più grandi e più perfetti. Qual criterio si può fare allorchè levigando, bruciando, o dissolvendo, o modificando comunque trenta o quaranta grammi di terra, o di

---

(1) V. Ehrenberg nelle Mem. dell'Accad. di Berlino per l'anno 1848 e prima Sette. Mem. St.nat. sull'arrossimento straordinario di alcune sostanze alimentari nella provincia di Padova l'anno 1819. Venezia 1821; citati dal Montagne in una lettera a M. Flourens, *Sur un parassite qui se développe, dans des circonstances exceptionnelles, à la surface de certaines substances alimentaires, et les font paraître couvertes de sang.*

(2) *Lehrbuch d. Physiol. Chemie*, T. I, p. 361 e 385. Vedi le *Recherches sur les corps albuminoïdes* par MM. Ch. Lebonte et A. de Goumoens. Compt. R. de l'Acad. des Sc. (9 Mai 1853), Tome XXXVI, pag. 834.

(3) Regnault. Cours de Chimie, IV, § 1207.

materia qualsivoglia, si crede averne rilevata la chimica elementare composizione, e d'altronde s'ha fondamento a dubitare che quei trenta grammi di terra possano essere le spoglie e gli scheletri di mezzo milione d'esseri organici? E se invece quei trenta grammi di materia erano stanza di quegli esseri, ma viventi con proprietà e funzioni come quelli delle classi più elevate?

3008. Le **proprietà speciali** della Natura organica, si manifestano, dissi, anche ne' minimi esseri più inferiori. Quando un chimico avesse analizzate le sostanze trovate nello stomaco di un mollusco bivalve, non avrebbe mai trovato gl'infusorii vedutivi da I. B. READE (1). Esaminando egli le correnti ben note prodotte dai movimenti ciliari nelle branchie dell'ostrica, ed in seguito le materie contenute nel loro stomaco, discoperse miriadi di *monadi* viventi, molti *vibrioni* vivacissimi, e masse d'esseri organizzati, vivi ed agglomerati. Più rimarchevole inoltre fu rinvenirvi altri infusorii con guscio siliceo simiglianti a que' fossili costituenti la creta e fossili consimili rinvenir poi nelle materie contenute nell' ostriche fossili dell' argilla di KIMMERIDGE. Cotali movimenti ciliari di que' molluschi, e per analogia degli altri bivalvi, costituiscono il mezzo onde si procacciano il nutrimento consistente in piccoli infusori e politalami. Ma l'assenza della sabbia ed altri corpi estranei nel loro stomaco non dimostra in quegli esseri organici, sino la facoltà di cernere i loro alimenti? Non sono eglino que' movimenti ciliari donati dalla mirabile provvidenza della Natura a quegli animali per sopperire alla mancanza di locomozione? Quanta differenza non dee quindi esistere dal tessuto organico, alla materia puramente minerale? Qual diffidenza non dee ispirare l'analisi chimica quando di quella creta, di quell'argilla, composta di miriadi d'animalucci così vivaci, e dotati di proprietà privilegiate della sostanza organica, ci offre per risultato quattro o cinque elementi puramente minerali?

3009. La **forza di riproduzione**, di cui ho dato cenno nel § 3005, offre una delle proprietà dell'organismo, che la Chimica organica non può punto diciferare col ricorso a decomposizioni e combinazioni. Un fatto di quella natura diviene un campo vastissimo di meditazione. Chi può contare le migliaia, e milioni di questi corpicciuoli organizzati allorchè cuoprono un pane, o un pollo, o un piattello di riso, se per coprire la superficie di un centimetro quadrato ne occorrono 700000×700000=490000000000? Quelli veduti dal MONTAGNE nel luglio 1852 discendono forse dai veduti dall'EHRENBERG nel 1848 e questi dagli altri osservati dal SETTE nel 1819? Sono elleno alcune di queste miriadi germinate o sviluppate da semi ed ovuncoli depositati da que' più remoti, spesso causa d'errori e di lutto, dei quali testè feci motto? Veggendo riprodursi esseri simiglianti a sì grave distanza di tempo e di luoghi, egli si pare impossibile che non debbano giudicarsi opera di chimica combinazione, la quale da elementi di un corpo organico in via di scomposizione, congegni e componga nuovi esseri dotati di vita. Ma perciocchè ciò non avvenga per qualsivoglia modificazione, reazione, o decomposizione di materia puramente minerale, convien concedere che nel disfacimento del corpo organico si disviluppi alcun organico

(1) Società microsc. di LONDRA. Sessione dell'11 dicembre 1844.

essenziale elemento che alla manipolazione del Chimico sfugge, e rimane inapprensibile nelle sue analisi più perfezionate.

[3] Concetti e Procedimenti chimici.

3010. Il **mio scopo** non istà punto nel difendere le mie speciali opinioni. Queste dubitazioni deono valere eziandio ad iniziare l'agronomo ne' prodigiosi fenomeni naturali al cui sviluppo dee tanto concorrere esso pure coll'arte sua: a famigliarizzarlo coi più stupendi misteri della organica Natura. Taluni chiamano progresso il credere cotesti misteri siccome effetti appieno materiali di semplicissime leggi chimiche; e sarebbero le funzioni di un corpo organato quasi meno incognite e poco meno meccaniche di quelle d'un oriuolo o d'una locomotrice a vapore. Ma non vo' dirne più oltre: le dubitazioni che seguono sia sulle teoriche di alcuni chimici, sia sui metodi e procedimenti analitici, mi francano da ulteriori parole.

3011. Iª **Dubitazione.** Per cominciare da uno tra gli argomenti più interessanti nella rurale economia, che ci rivelano i chimici sulla convenienza che il letame sia o no fermentato? Come affidarsi alla teoria del GAZZERI sugli ingrassi non fermentati, e limitarsi ad adoperarli secchi, isolati, separandoli dalla materia consumata per isterno o lettiera, quando il SAUSSURE e prima di lui il BERTHOLLET, per converso affermarono che un corpo *azotato* in putrefazione, del quale tutte le parti sieno in contatto dell'aria, non aggiugne mai gas *idrogeno*, nè *azoto* all'atmosfera confinata in cui è riposto? (1) Vuolsi distinguere fermentazione da putrefazione: ma questa essendo come un grado più avanzato di quella, s'avrebbe a ritrarne sempre una perdita d'azoto. Oltracciò nel terriccio ammette il BOUSSINGAULT col DE SAUSSURE rinvenirsi maggior copia di carbonio ed azoto che non ne possedessero i vegetali da cui quel terriccio deriva.

3012. Arroge che il THAER dichiarò per esperimenti, l'aria raccolta alla superficie d'una massa di letame in preda a moderata fermentazione non contenere molto più *acido carbonico* dell'aria presa più da lontano: e un vaso d'*acido nitrico* non producea que' bianchi e densi vapori che caratterizzano la presenza dell'ammoniaca (2). Inoltre, secondo lo HERMAN, il legno ad esempio nel marcire, non solo non perde *azoto*, ma ne toglie e fissa una certa quantità dell'atmosferico. Nè finirei su questo subbietto. Le disputazioni chimiche in fatto d'agricoltura saranno sempre irresolubili quando non si pon mente alle circostanze speciali delle loro applicazioni. Quindi niuna meraviglia se veggonsi opinamenti contraddittorii, conciossiachè si verifichino anche in norme relative a pura pratica. Non per altro motivo il SINCLAIR proclama il concime di maiale pel più ricco e più energico (3), mentre dallo SCHWERTZ vuolsi peggiore di tutti (4).

3013. IIª **Dubitazione.** Dai letami passo al terriccio. Vuole il BOUSSINGAULT che il miglior terriccio sia risultato pel SAUSSURE quello misto con *du*

---

(1) BOUSSINGAUTT. *Econ. Rur.* Deuxième Édit., T. I, pag. 663.
(2) THAER, loc. cit., Vol. II, pag. 184.
(3) SINCLAIR. *Agr. prat.*, T. I, pag. 388.
(4) SCHWERTZ *Precept. d'Agr. prat.*, pag. 148.

gravier, della ghiaia! Può egli un buon pratico ritenere che il terriccio abbia d'uopo di ghiaia per fornire punto d'appoggio alle radici, e permettere accesso all'aria? (1) Quando poi veggiamo i giardinieri ricercare e adoperare con tanto successo quel terriccio che raccogliesi nel cavo de' tronchi di vecchi castagni, per la vegetazione delle piante più pregevoli e delicate, possiamo noi ritenere per nocivo il farne uso? (2) Ma fin qui si parranno per avventura piuttosto questioni di teorie agrologiche, anzichè veramente speciali a chimiche affermazioni o procedimenti. A questi adunque fo passo.

3014. **IIIª Dubitazione.** Nel regno organico molte combinazioni di eguale composizione emergono dotate di qualità diverse:

Esempio, molte essenze: quelle di *cedro*, di *rosmarino*, di *ginepro*, di *terebentina*, ed altri olii essenziali, quanto mai non sono diverse tra loro pel punto di bollizione, per odore, per virtù medicinali! Nondimeno il chimico le trova tutte composte di *carbonio* e d'*idrogeno* in egualissime proporzioni. La parte *cristallizzabile* dell'essenza di rose sarebbe identica nella sua composizione chimica al gas che si brucia nelle lampade ordinarie! Ma per maggior convincimento trarrò esempio da materia inorganica.

Offresi l'*acido cianurico* solubile nell'acqua; cristallizzabile, ed atto a formar sali unendosi ad ossidi metallici. L'*acido cianico* è un liquido volatile, estremamente caustico, che immerso nell'acqua si scompone: la *ciamelide* rassembra porcellana, ed è insolubile nell'acqua. Quanto diversi questi tre corpi! pur nondimeno esponendo l'*acido cianurico* entro chiuso tubo di vetro, ad alta temperatura diviene *acido cianico*, e questo a temperatura ordinaria si tramuta in *ciamelide*. L'un corpo adunque si trasformerebbe nell'altro, senza aggiunta o sottrazione d'alcun elemento!

3015. Ora ammettasi l'infallibilità dell'analisi chimica; cioè che realmente essa pervenga a constatare per filo e per segno la quantità identica di elementi costitutivi dell'accennate sostanze. Si può ricorrere al supposito che dal modo di aggregazione con cui questi stessi elementi si dispongano, emerga la disparità delle proprietà così diverse di corpi costituiti con gl'identici principii. Ma perchè non si può egli ammettere parimenti che variino le quantità, per esempio, di calorico combinato esso pure come costituente de' corpi medesimi, calorico che l'analisi chimica non può per così dire analizzare? Le mutue trasformazioni dell' acido *cianurico*, del *cianico* e della *ciamelide*, dobbiam pure aver ricorso all'azione del calorico per conseguirle? E se troviamo non di rado corpi così detti *isomerici*, distinti nelle loro qualità elettriche, non avremo noi sufficiente dato per conghietturare, che il decantato *isomerismo* non è dimostrato compiutamente, e che l'analisi chimica si limita a verificarlo rispetto agli elementi materiali, ma non a quelli pertinenti alla sostanza eterea?

3016. Se tu vuoi spiegare, senza sottilizzare, perchè il cinabro or sia rosso,

---

(1) BOUSSINGAULT, loc. cit., I, pag. 671.

(2) *Tous* (les terraux) *ont paru fertiles..... Il faut cependant en excepter le terreau formé dans l'intérieur des arbres, et dans une situation telle, que l'eau des pluies ne trouvait pas d'écoulement: alors les principes extractifs provenant en partie de la plante vivante obstruent les pores du végétal auquel on applique ce terrau comme engrais.* BOUSSINGAULT, ibid., pag. 671.

ora affatto nero; perchè lo solfo or solido e duro, or trasparente, molle ed atto ad allungarsi in fili, or bianco e polveroso, or aranciato e liquido ecc.; perchè il vetro talora ottengasi opaco di color latteo, e duro si da produrre scintille coll'acciaiuolo, mentre d'ordinario è trasparente con ispezzatura concoidea; non basterà il supposito della diversa collocazione molecolare. Ti gioverà riconoscere il diverso intervento della *sostanza eterea*. Quando poi le indagini analitiche, le ricerche degli elementi costitutivi, si riferiscono alla *sostanza organica*, dappoichè possiamo ritenere per assioma, mancanza di calore, mancanza di vita, e per avventura più genericamente non esistere organizzazione, o vuoi piuttosto organamento senza intimo concorso di *sostanza eterea* nella sua composizione, con qual reagente, con qual crogiuolo, con qual altro chimico ingegno si può determinare in peso e in volume l'anzidetta partecipazione della medesima?

3017. IVª Dubitazione. Una legge che per la sua generalità abbraccia tutta la Natura, dimostra (afferma il LIEBIG) che la materia per se stessa non possiede alcuna attività: affinchè un corpo in quiete si ponga in moto, o manifesti un' attività qualunque, bisogna necessariamente che una causa esterna agisca su di esso (1).

Considera una goccia d'acqua: insensibilmente le sue molecole si allentano tra loro, la goccia di liquido si disperde in vapore. Il movimento di quelle molecole si genera in questo caso dalla forza d'impulsione del calore. Se questo scema, le molecole realmente si raccostano, sino a consolidarle in ghiaccio, non perchè il calorico le respinga, ma perchè obbediscono alla virtù loro di coesione. È dunque esatta l'affermazione del LIEBIG?

3018. Vª Dubitazione. I così detti prodotti vegetali, quelli in ispecie che si reputano composti ternarii, quasi vorrebbonsi identici tra loro. Ma come non dubitare della composizione loro assegnata dai chimici, dopo le seguenti parole del LAURENT?

« L'olio essenziale di senape dà origine a composti molto interessanti, ma « la di cui natura è stata sì fattamente intenebrata dal dualismo e dalla teoria « de' radicali, che risulta impossibile farsi un' idea netta de' rapporti che hanno « sia tra loro, sia con altri composti di chimica organica.

« Attenendoci, colla scuola, di cui lo SWANBERG è l'illustre continuatore, « alla teoria di tali composti, l'olio essenziale di senape sarebbe la combinazione « di due corpi necessariamente incogniti..... Se vogliamo distrigare questo caos, « lasciamo in disparte e le copule e i radicali immaginarii ecc. (2).

3019. VIª Dubitazione. Avremo intera fede ne' più classici chimici quando altri valenti ne pongono le contraddittorie opinioni in prospetto? Valgano queste quattro parole dell' HOFFMANN.

« La teoria della costituzione delle basi organiche proposta dal BERZELIUS, « secondo la quale preesisterebbe nelle medesime l'ammoniaca non è ammessi- « bile, almeno per le basi volatili.....

« L' idea del LIEBIG che considera le basi organiche siccome *amidi*, benchè

---

(1) LIEBIG. Lettera cit. XIII.
(2) LAURENT, *Sur les huiles essentielles d'ail et moutarde*. Compt. R. de l'Acad. des Sciences, 11 février 1850.

« rappresenti in modo concreto la maggior parte delle basi volatili conosciute,
« non si applica che a un solo caso speciale.....» (1)

L'esperienze del PIRIA nel Congresso di Milano (2) non offerirono elleno risultati opposti a quelli del LIEBIG intorno la facoltà elettiva propria alle radici delle piante di assorbire le basi minerali dei terreni?

3020. VII^a **Dubitazione.** Si può aver fiducia nelle teoriche e ne' procedimenti di chimica organica, quando non ve l'hanno gli stessi chimici più celebrati? « Alcuni autori (dice il LIEBIG) se voi loro porgerete inchiesta qual sia « la costituzione dell'*etere*, semplicemente vi diranno è $C_4 H_{10} O_1$. Altri rapporto « all'*alcool* vi aggiungeranno C_2 $(H_{12} C_2 O_2)$ 16. Al certo, se altra meta non « avesse la chimica che di rintracciare le numeriche sostanze, s'avrebbe gran « probabilità di successo nel trattare matematicamente siffatte questioni: ma nello « stato attuale delle nostre cognizioni questo metodo volge all'errore, inceppa « qualunque progresso, aggiugnendo che per ciascheduna scoperta offrirebbe « insuperabili difficoltà » (3). E nondimeno colla massima disinvoltura i più bei Trattati di Chimica organica vi dimostrano l'uniformità di sostanze organiche tra loro disparatissime, perchè vi applicano lo stesso aggregato d'eguali sigle munite di simiglianti esponenti.

3021. VIII^a **Dubitazione.** Vuoi tu credere alla matematica esattezza di cotali aggregati di sigle, quando l'indispensabile O rappresentativo dell'ossigeno, vi si appone, calcolandolo in peso e in volume mediante supposito affatto arbitrario? Ecco le parole del REGNAULT che lo attestano:

« L'ossigeno contenuto nelle sostanze organiche si dosa sempre per differenza: non si è trovato finora processo esatto per dosarlo direttamente. Di qui « si rileva come sia cosa importante assicurarsi colle più minuziose cure della « natura degli elementi che entrano nella composizione della sostanza organica. « Se la cognizione d'uno di questi elementi sfugge allo esperimentatore, l'analisi « è non solo inesatta per cagione della ommissione di questo elemento, ma ancora perchè si attribuisce all'ossigeno il peso della sostanza elementare tras-« curata » (4).

Chiunque ha fior di senno comprenderà che in qualsivoglia analisi organica l'elemento ossigeno essendo calcolato di quel modo per differenza, vi ha sempre ragione di dubitare che qualch'altro elemento sia sfuggito all'analisi; dubbio che non si potrà mai togliere finchè non si trovi il mezzo che constati realmente quell'ipotetico dosamento di peso e volume d'ossigeno.

3022. IX^a **Dubitazione.** La disformità de' risultati emergenti da tante analisi chimiche, non ne rattiene dal confidare sull'esattezza in ispecie di quelle riferibili a materie organiche ed organizzate? Se non che ne porsi esempii altre volte, e dopo la precedente VIII^a dubitazione, sarebbe soverchio aggiugnerne altre a convalidare le ragioni per cui mi fo lecito nella seguente trattazione più speciale di chimica agraria della sostanza organica, di non attenermi troppo servilmente a teoriche più presto autorevoli che indisputabili.

---

(1) HOFMANN, ibid.
(2) Lezione di Chimica. Sessione del 19 settembre.
(3) LIEBIG. CHIMICA ORGANICA. Trad. VAURANI. MILANO 1846. Prefaz., pag. VIII.
(4) REGNAULT. Corso di Chimica. Trad. SELMI e ARPESANI. Vol. IV, pag. 34-35.

Art. II. Nozioni generali di Chimica agraria della Sostanza organica.

3023. **Corpo organico** e **corpo organizzato** non voglionsi confondere tra loro, come addietro fu chiarito. Chimicamente, il corpo organizzato, forma un essere da sè, come il costituisce una parte di esso che ne rappresenti un organo qualunque. Tuttavolta un pezzo eziandio di organo, un complesso qualsiasi organato, vuolsi differenziare similmente da un semplice materiale organico, il quale è un composto di uno o di parecchi elementari principii tra loro combinati. Però molte sostanze appaiono soltanto *organiche* e tuttavia presentano una specie di organamento. Il succo di limone sarebbe un corpo organico: ben diversamente lo sarà il latte, il quale non rappresenta un semplice liquido omogeneo (1), ma contiene una moltitudine di globetti, di cui vedremo in altro luogo se sieno semplici grumi di materia grassa, o facciano sospettare un organamento speciale.

[1] Indizii chimici d'organicità.

3024. **Se sia o non sia organica** una sostanza qualunque, si vorrebbe generalmente chiarire dai chimici colla *calcinazione* (§ 2741). Ma coll'azione del fuoco nè manco si conoscono a rigore, come ho argomentato più volte, i materiali inorganici d'un corpo *organato* (2). Tuttavia l'agricoltore, coll'abbruciare materia di cui abbia d'uopo conoscere se possa esser organica, dall'odore empireumatico che se ne svolge ne trarrà indizio bastevole: anzi ove quell'odore riuscisse intenso e spiacevole, come s'ottiene abbruciando peli, unghie ecc., n'avrà fondamento che la materia da investigare deve esser *azotata*.

3025. Un **solo elemento** può costituire un corpo organico: lo si nega dai chimici perchè nelle analisi loro sfugge, o spesso si pone in conto siccome *ossigeno* (§ 3021). Per loro supposito conchiuderebbesi ; non esistere materia organica, perchè si risolverebbe costantemente in *ossigeno*, *idrogeno*, *carbonio* ed *azoto* ecc.: qualunque sia corpo *organato* od *organico* potersi discindere in elementi minerali: non sussistere altra differenza tra le sostanze organiche e le

---

(1) *La science ne s'est pas encore attachée à rendre compte exactement de la formation du beurre. C'est un aveu qu'on doit avoir le courage de faire* : la FERMIÈRE en sait plus sur ce point que le plus grand CHIMISTE. BARRAL (20 *octobre* 1851).

(2) Eccone altra testimonianza: « La méthode d'incinération employée pour obtenir « les matières inorganiques des plantes donne des résultats inexacts. Le poids des » cendres ne représente pas toutes les parties minérales : par le fait de la haute tem« pérature de l'incinération il y a perte sur la quantité de presque toutes les substan« ces qui composent la partie inorganique du végétal, et les sulphates particulière« ment qui peuvent s'y trouver sont en grande partie décomposés et détruits ». CAILLAT, Recherches sur le mode d'action du plâtre en agriculture.

materiali che l'origine onde si ricavano (1). Per converso, composti prima classificati e distinti nella Chimica inorganica, avrebbero un'*organicità*: ad esempio l'*ammoniaca*; ma il *carbonio* sarebbe unicamente *organigeno* per eccellenza; il quale però non organizzerebbe l'*ammoniaca*, ch'è un *azoturo d'idrogeno*. E perchè non direbbesi allora corpo organico l'acqua, combinazione dell'*idrogeno* coll'*ossigeno*? Se non che dovere di brevità mi strigne a procedere oltre, limitandomi agli argomenti più importanti per l'agronomo.

5026. Tornando agl'**indizii d'organicità**, ne' dubbi di qualche momento giova aver ricorso all'uso del *microscopio*. Una lente parecchie volte risolverà la questione meglio di qualunque chimico apparecchio. E già qualche illustre chimico veggo accostarsi a tale consiglio, anco rispetto a determinazione di princìpii puramente minerali. Nella ricerca sulla esistenza del carbonato di calce in istato normale nelle piante, il FOURCROY ed il VAUQUELIN non dubitarono di affermare rinvenirsi soltanto nelle loro ceneri, perchè il fuoco decompone i sali in esse contenute e in quello stato di carbonato li riduce (2). Ma il PAYEN ha di recente constatata la presenza di concrezioni di carbonato calcare in molti vegetabili, coadiuvandosi colla osservazione microscopica (3). Anzi fin dal **1840**, con questa e col sussidio delle chimiche reazioni ebbe a riconoscere la contemporanea esistenza di liquidi d'opposta natura, contenuti in cellule a contatto fra loro. Benchè le tenue membrane di spartimento tra un liquido alcalino ed uno acido fossero notevolmente permeabili, tuttavolta perduravano essi distintamente nelle cellule rispettive senza dar luogo alle reazioni chimiche tra i corpi a contatto fuori della macchina organica. Noti poi l'agronomo quanto peso arrechi un tal fatto alla opinione che ho esternata, contro la soverchia importanza attribuita all'*endosmosi* (§ 2209) ne' fenomeni della vegetazione. Del resto nel IV LIBRO farò notare quanto valore possa concedersi all'analitica revisione microscopica delle parti in ispecie d'origine organica costituenti un terreno da investigare.

[2] Monadi e molecole organiche.

5027. La struttura delle monadi (§ 1935) non può fornire subbietto d'indagine: quella delle molecole o aggregati di *atomi materiali*, *enti eterei* e *monadi organiche* (§ 1936) importerebbe lunga ed inutile dissertazione. In generale però le molecole organiche offrono gli elementi minerali, ch'entrano nella loro composizione, combinati in proporzioni svariatissime. Oltracciò si

---

(1) *En un mot*, elles (les substances qui se trouvent dans les êtres organisés) ne présentent aucun caractère particulier, qui permette dans une classification *méthodique* de les séparer des composés de la chimie minérale: l'origine seule les distingue de ceux-ci. REGNAULT. *Cours* ecc., loc. cit., § 1204.

(2) *Ann. du Muséum d'Hist. Nat.*, Tom. XIII, pag. 1, citati dal PAYEN.

(3) Compt. Rend. de l'Acad. des Sc., Tom. XXXVIII, pag. 241 a 249. Non si limita il PAYEN nelle sue ricerche *Sur le carbonate de chaux préexistant à l'état normal dans les plantes* ecc., a que' piccoli grumi minerali esterni nelle foglie, frutti ecc., i quali s'avrebbero per secrezioni anzichè per veri materiali organici del vegetabile; ma col microscopio riesci a distinguere piccoli globuli consistenti in minime cellule ripiene di carbonato di calce, e componenti leggeri tessuti.

dee notare l'intimità della combinazione che accade tra le molecole organiche e le inorganiche. La particolarità singolare poi della *molecola organica* consiste nell'imperio ch'essa mantiene sulle proprie modificazioni, finchè si trova costituente l'essere dotato di vita, dal quale soltanto riceve, per così dire, l'impulso e la direzione de' mutamenti, all'economia di quello indispensabili. Così la *monade* come la *molecola organica*, non costituiscono l'essere organizzato finchè regna equilibrio tra la forza vitale e quella d'affinità, siccome vorrebbe l'avvisamento del LIEBIG; ma finchè la forza vitale supera l'altra in guisa da rivolgerne in suo pro l'azione e l'influenza, e vincerne gli effetti dannosi alla sua esistenza. Non saprei comprendere di qual maniera la forza vitale potesse per eccesso d'energia sull'affinità, distruggere l'organismo.

5028. Nel **disfacimento** dell'organica compage, le *molecole organiche* si disciolgono 1° con regresso ne' loro principii elementari materiali o molecole minerali; 2° con isvolgimento della *sostanza eterea* intima nella loro struttura; 3° con liberazione della *monade organica*. Anche cessata la vita, può la molecola organica permanere senza mutazioni fisiche o chimiche, quando per circostanze speciali vengano impediti gli agenti esteriori di procedere alla sua finale decomposizione; però senza la vita, quella membrana, quell'organo qualunque offre differenze radicali nelle sue proprietà eziandio puramente fisiche, ed appalesa prontamente l'enorme differenza ch'esiste fra viva e morta natura.

5029. **Corpi organici** (**organizzati** non mai) tentarono poco fruttuosamente i chimici di riprodurre: ottennero composti cui parve loro potesse attribuirsi nome di organici, comecchè nol meritassero appieno. Il formare *ammoniaca*, *cianogeno* ecc. non può entrar nemmeno in dubbio, trattandosi di composti affatto minerali. Piuttosto il comporre *urea*, come seppero alcuni conseguire, prova il grande progresso della scienza, e il meraviglioso potere dell'umano ingegno. Se non che l'*urea* rappresenta una secrezione, un rifiuto della macchina organica. Il *concino* o *tannino* artificiale, composto con mezzi strettamente chimici, e materie puramente minerali, sarebbe un trionfo più deciso della chimica, quando questo principio astringente non fosse una produzione dell'organismo anzichè un vero composto organico, come verrà in acconcio da esaminare a luogo opportuno.

5030. **I prodotti organici**, composti con materiali organici, ecco il problema più diretto e più utile che risolve la Chimica a profitto dell'agricoltura, dell'altre industrie e delle arti. Comecchè si deggiano avere piuttosto per trasformazioni, e modificazioni anzichè composti creati da nuovo, tuttavolta pervengono i chimici a rinvenire sostanze che senza il soccorso della scienza non sarebbero mai esistite a fine di pubblica utilità. Lo zucchero estratto dalla barbabietola è una specie di creazione della Chimica, come lo zucchero d'uva che il PIRIA seppe ricavare dalla corteccia del salice, come tanti altri prodotti di cui a mano a mano si dovrà dire.

[3] Azioni speciali della sostanza organica.

5031. Gli **effetti della forza vitale** non ispettano alle ricerche del chimico: sì bene a quelle del fisiologo. Quindi il volere chiarire i fenomeni di

mentarsi col calore quanto si voglia: ma non ischiudono gli animalucci se non compiuto quell'intervallo di tempo che supera quattro o cinque volte la durata in vita dell'animaluccio medesimo. E queste considerazioni mi conducono a parlare, almeno di volo, d'un genere d'*azione* parimenti singolare e speciale a corpi di organica origine e costruttura.

5036. L'**azione di contatto** non si può a rigore spiegare chimicamente senza avere ricorso alla forza d'*impulsione* per le materie minerali, o forza *vitale* per le organiche. Guari volte due sostanze tra loro mischiate offrono il fenomeno di modificazioni profonde in una di esse, per effetto della presenza dell'altra che poco o nulla risulta alterata. Come fa un'oncia di caglio a coagulare in 30 minuti mille oncie di latte? Puoi chiamare col BERZELIUS la causa di cotali effetti *forza catalitica*, o con altri *azione di presenza*, *azione di contatto*, *fermento*, *eremacausi* ecc.: tutti nomi che aspettano sempre la spiegazione che si pretende offerta coll'adottarli. Se non che vo cercando una spiegazione mentre i chimici me ne offrono quattro; e per avventura anche otto.

I° Il caglio coagula una quantità mille volte maggiore di latte, perchè trovasi in istato di lenta scomposizione, vale a dire soggiace ad un moto intestino che comunica al latte le cui molecole, a contatto di quel moto, si costringono, s'addensano, si coagulano;

II° Un alcali comunica la sua alcalinità ad una molecola neutra che l'accosti, la quale la trasfonde similmente all'altre che l'avvicinano: e così successivamente tutte le molecole del corpo nèutro acquistando quell'alcalinità, gli fanno subire le trasformazioni che gli competono, come corpo non più neutro ma alcalino;

III° Una molecola scompone altra molecola vicina in elementi che agiscono sovra di una terza, che similmente decomposta coi proprii elementi ne modifica una quarta e via dicendo.

IV° Un corpo attrae colla propria superficie un altro corpo e sì lo strigne e coacerva, che il rende atto ad attrarre e di poi a strignere e coacervare un secondo che adempie egual funzione con un terzo; e via dicendo.

5037. La **ragione sufficiente**, per non istancare il longanime leggitore con altre spiegazioni d'egual conio, scate pienamente dal concetto della forza d'*impulsione* pei fenomeni di contatto succedenti tra corpi di *sostanza materiale*, e della forza *vitale* per quelli tra corpi di *sostanza organica*. Dei primi offre esempio semplicissimo la combustione ad esempio del gas illuminante. Accostate una fiammella al becco del gas, questo s'accende e fa esso da fiammella col gas successivamente sgorgante dal becco. Nei corpi organici innanzi tratto non confondete il corpo morto col vivo, e rinverrete nella SEZIONE III e nella IV egualmente agevole e piana la spiegazione de' fenomeni cui vuolsi dar ragione coi vocaboli d'*azione di contatto*, o di *presenza* ecc. e discendono sempre dai principii nella FISICA AGRARIA (CAP. VII) escogitati.

[4] Costituzione chimica de' corpi organici.

5038. **Gruppi molecolari.** Secondo alcuni chimici, ogni gruppo di molecole organiche sarebbe composto di un *radicale* (§ 2769) nel centro, cir-

condato dalle molecole di altri elementi applicati e componenti quel gruppo in forza dell'attrazione del supposto *radicale*. A me pare che piuttosto nel centro di quel nucleo debba riporsi la *monade* organica, e all'intorno gli elementi *materiali* rannodati a quel centro. Ma non avrei agio di fermarmi in queste sottili ed astratte conghietture. Sembra nondimeno che coll'esposto concetto meglio si chiarisca la teorica delle *sostituzioni*, per la quale in parecchi casi (dico parecchi, e non troppi o tutti, coi chimici) un elemento *materiale* può sostituirne un altro nel gruppo organico senza distruggerne le proprietà principali. La qual virtù conservatrice risiederebbe allora nella molecola organica, anzichè nel *carbonio*. Conciossiachè, sebbene appaia generalmente che il carbonio non possa nel composto organico sostituirsi con altro elemento materiale, è indimostrabile che non vi sieno composti organici privi di carbonio.

5039. **Molecole organiche** e **molecole materiali** non solo ponno unirsi, ma realmente offrono il risultato più generale dell'*organismo*, avvegnachè (fisicamente parlando) non sapremmo immaginare corpo assolutamente formato di atomi organici, senza alcun accoppiamento, o combinazione con elementi di sostanza *materiale*, ed aggiugniam pure d'*eterea*. Abbondano anzi sì fattamente gli elementi materiali, o vuoi minerali, che il chimico nel risolvimento dei corpi organici ovvero organati, ebbe speranza più volte di ricomporli, ritenendo che i *prodotti* di questo risolvimento rappresentassero il tutto del corpo organico scomposto.

5040. L'**aggregamento inorganico** nella struttura della molecola organica si costituisce in modo speciale a seconda degli organi degli esseri di diversa natura cui dee informare. Il perchè dissi, in parecchi casi soltanto, i principii minerali offerire esempii di sostituzione reciproca; ma cotesti casi dagli stessi chimici ognor più vanno eliminandosi quanto più la scienza procede. Esternai dubbi sulla sostituzione della *potassa* alla *soda* o viceversa: ora sperienze di poi pubblicate, eseguite dal Chatin, confermano quelle mie dubitazioni (§ 2945). Ne epilogherò qualche esempio, perchè troppo importa in agronomia distinguere l'azione di due sostanze che in generale anco il Liebig collega insieme nelle sue analisi, coll'appellativo di *alcali*, quasi che fosse indifferente l'usarne dell'una o dell'altra per acconciamento.

Azione de' sali e di potassa sperimentati,

I° **sui fagiuoli.** *Fosfato di potassa* favorevole: *fosfato di soda* per avventura nocivo. *Carbonato di potassa* e *cloruro di potassio* quasi senza effetto: gli stessi sali di *soda* assai dannosi.

II° **sull'orzo.** *Solfato di potassa* senza effetto: *solfato di soda* nocivo. Analoghi risultati dai rispettivi *cloruri*.

III° **sull'avena.** *Solfato di potassa* alquanto favorevole: *solfato di soda* nocivo. *Carbonato di potassa* senz'effetto; *carbonato di soda* dannoso (1).

I quali ed altri fatti statuiscono favorevole generalmente l'azione de' sali di *potassa*, nocivi invece quelli di *soda*. Per converso, agli animali questi ultimi giovano, e quelli (ad eccezione del *cloruro*) oppositamente influiscono. D'altronde

(1) Chatin. *Recherches expérimentales relatives à l'action qu'exercent sur la végétation les sels* ecc. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences, 6 février 1854.

havvi la classe de' vegetabili marittimi cui risultano essenziali i sali di soda, semprechè dall'umidezza del suolo l'azione loro venga temperata.

Cotali riflessi non addimostrano direttamente che nella struttura organica possano avvenire simiglianti effetti, ad esempio, contrarii come gli accennati de' sali di *potassa* e di *soda*: ma l'applicazione di certa guisa fatta per via di nutrimento, lascia conghietturare che quelle molecole saline secondo l'effetto esterno palesato nella loro vegetazione, ove favorevole, concorrano alla formazione degli organi successivamente sviluppati dalla pianta, ove nocivo non possano farne parte, ed anzi la vegetazione s'arresti, perciocchè o mancanti gli elementi acconci alla struttura delle parti da sviluppare, o sopraggiunti quelli atti a disordinare l'organica compage in costruzione: sul qual ultimo effetto vuolsi inoltre notare quel che segue.

3041. Le **alterazioni della struttura organica,** oltre l'accennate condizioni, si comprendono agevolmente quando l'*organo* o il *corpo organico* viene disgiunto dal corpo *organato* cui apparteneva, o quando questo abbia cessato di vivere. Soppressa la *forza vitale*, rimangono prevalenti l'*eterea* e la *materiale*, ossia l'*impulsione* e l'*affinità*. Simigliantemente accade quando, permanendo la vita, l'*impulsione* e l'*affinità* pervengano a soperchiarla. Il *calore* ne altera il volume, promuove mutazioni di stato da solido a liquido, o a gasoso. E dissi altera: perchè non sempre la prima azione di scaldamento è quella di crescere il volume ne' corpi organici: se ne veggono talora corrugarsi, aggrovigliarsi ecc. Quante poi non sono elleno le reazioni, scomposizioni e combinazioni che accadono pel mutamento di stato che il *calorico* promuove fino al totale risolvimento del corpo organico in vapori e gas, con tenue residuo di sostanze materiali? Nè l'*elettrico* agisce dissimilmente, quando in quello stato di concentrazione di cui offre fatalissimi esempi la folgore; e perniciosa riesce pure talora l'azione de' raggi solari; che se vengano concentrati con ispecchi o con lenti, scompongono in egual grado che il fuoco i corpi organici e organizzati.

3042. Le **azioni, reazioni, influenze** degli elementi materiali sugli organici vengono a mano a mano apprezzate ove d'uopo. Alcune generali vogliensi tuttavia sin d'ora dichiarare intorno all' *ossigeno*. Il quale talora, ad esempio, *disidrogena*, o *discarbura* le molecole organiche, cioè toglie loro parte d'*idrogeno* o di *carbonio*. Talvolta si aggiugne ad esse di certa guisa *ossidandole*. Tal'altra fiata ne sconnette sì profondamente la struttura, che ne disvincola il *calorico*, il quale nel liberarsi, grado a grado promuove la scomposizione del corpo organico, i cui elementi materiali successivamente si discindono, collegandosi in nuovi composti o prodotti inorganici.

[3] Analisi delle sostanze organiche.

3043. L'**utilità** di conoscere la composizione chimica del suolo, e qualche volta eziandio delle piante, rendesi aperta dal riflettere, che cotesta nozione forma per avventura la parte più essenziale a sapersi dall'agronomo tra tutte le dottrine di Chimica agraria. « Egli è vero, dirò col Malaguti, che non dee essere l'agricoltore un profondo chimico, ma nemmeno nelle operazioni chimiche concernenti l'arte sua dee rimanersi inerte strumento di cieca consuetudine.

Per tutte le pratiche agricole occorre la sua intelligenza; perchè non l'applicherà egli ad operazioni, le quali, comecchè essenzialmente chimiche, sono tuttavia insieme agricole, atteso lo scopo per cui le eseguisce? » (1) Si rileverà nel IV LIBRO che, generalmente parlando, per conoscere il valore, per così dire, chimico di un terreno, rispetto alle sostanze organiche, basterà rilevare in qual proporzione ne contenga di confronto alle minerali. Ma nel V LIBRO lo studio fisiologico delle piante ne dimostrerà l'importanza d'averne eziandio la nozione chimica. Non basta: questa nozione chimica de' vegetabili ne proverà l'uopo e l'utilità di conoscere alcune volte la composizione chimica delle sostanze organiche di un dato terreno, o di un dato ingrasso.

3044. Le **difficoltà** delle analisi organiche cogli errori ed equivoci cui danno luogo, non le tacqui certo all'agronomo (§ 3021). Forse avrà ritenuto, che giudicandole così malagevoli, e oltracciò contradditorie, inesatte e manchevoli, anche fatte da veri e sommi chimici, volessi consigliare al coltivatore non chimico di riguardarsene. Ma l'esattezza de' risultati (che d'altronde si ha diritto di pretendere dai chimici, posciachè si pregiano di offerirli con precisione matematica) nè si richiede, nè importa per la scienza agrologica. Conciossiachè questa non aspira a documentare quelle teoriche chimiche le quali presumono costituire elleno il fondamento dell'arte del coltivare; ma si limita a richiedere ed apprendere dalla Chimica quel sussidio di nozioni che non da sole, ma in concorso di quelle fornite dall'altre scienze, formano essenzial parte della vera scienza rurale. Fin dove adunque dovremo inoltrarci nelle nozioni d'analisi chimica?

3045. **Due oppositi eccessi** si paiono dividere in due classi i moderni capi-scuola naturalisti: nella prima stanno coloro i quali pretendono tutti gli esseri di qualunque specie provenire per metamorfosi, perfezionamenti successivi, e circostanze accessorie modificatrici, da un solo tipo, a modo che l'organizzazione abbia salito per gradi dal più infimo miceto vegetale alla sublime creatura ch'è l'uomo. Per converso alla seconda pertengono quelli i quali presumono che nelle stesse specie l'origine derivi da particolari tipi senza perfezionamento o successione tra loro. Dopo le osservazioni del CAMPER e del BLUMENBACH, la più singolare, a stima del SERRES, risulta quella del canonico FRÈRE, cioè che più un tipo umano è antico o primitivo, più se ne trovi il cranio sviluppato nella regione occipitale, e schiacciato nella frontale. Laonde scorgendosi questa conformazione nel suo massimo grado nelle teste schiacciate in AMERICA, propugnerebbe l'opinione per cui vengono considerati come i primitivi abitatori del nuovo mondo. Il progresso nella civiltà si parrebbe aver prodotto l'effetto di render convessa la regione anteriore, deprimendo ognor più la posteriore. Perciò il SERRES disapprova gli studi che fannosi negli STATI-UNITI diretti a combattere l'unità umana, e stabilire pluralità di specie d'uomini, e pluralità di centri della sua creazione (2). Gli eccessi d'altra parte delle teoriche del morfologismo, ridurrebbero l'uomo ad un successivo perfezionamento

(1) MALAGUTI. *Lez. cit.* Lezione IV.
(2) *Instructions* ecc. *pour une expédition scientifique dans l'*AMÉRIQUE DU SUD ecc. Partie Antropologique. M. SERRES rapporteur. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXV, pag. 81.

dell'essere organico animale, derivando questo similmente dal vegetale in cui s'avrebbe un passaggio, una modificazione della materia bruta.

Si parrà certo che dal diritto sentiere m' abbia piegato: ma la mia traccia non è uscita di strada. Conciossiachè tutto il segreto per compiere analisi chimiche secondo il vero, sta nel rintracciar quello ch'esiste ne' corpi, e non nel disfar questi sinchè si riducano a quegli unici tre o quattro principii che soli credesi tutti quanti costituirli. Nel che si fonda l'anzidetta intemperanza di facoltà, attribuita a quella virtù, o efficacia, o certo non so che, cui dicono morfologismo. Per contrario eccesso peccheresti supponendo in ogni corpo organato, in ogni suo organo, ed in ogni sua molecola organica, un elemento speciale distinto da tutti gli altri, che chiameresti a seconda del nome dell'essere o dell'organo cui appartiene. Ora le analisi della Chimica organica d'ordinario peccano per ambedue gli eccessi. Ad esempio, s'incontrano, nello analizzare un liquido d'organica origine, in una sostanza che non è azoto nè idrogeno ecc., nè, via dicendo, alcunchè di minerale. Le impongono il nome se traggonla dal salice, di salicina; se dall'abete, abietina: poi la sdoppiano e trovano altri composti cui pongono eguali nomi con desinenze più o meno strambe. Con ciò si parrebbe avesse Natura creato infinità di sostanze organiche speciali, le quali poi per indefinite combinazioni con acidi, alcali e non poche altre sostanze minerali, formerebbero tante serie di composti, onde il numero oltrepasserebbe ogni credere. Ma tutti questi innumerevoli composti, senza remissione alla fin fine la Chimica li soggioga e discinde in que' primi quattro soliti principii, *ossigeno*, *idrogeno* ecc. Colla teorica del morfologismo, variando gl' indici, coefficienti, o esponenti di cotesti quattro principii, si ricostruisce un pezzo d'argilla, come uno de' più pregevoli esseri organici.

3046. La **fallabilità delle analisi** è la causa di tali propositi, e risulta manifesta dal porle a confronto tra loro. Si riguardi alla *legumina*, per esempio. Le analisi del Dumas e Cahours (1) stabiliscono

Legumina ne' semi di

	Mandorle dolci	Nocciuoli	Piselli	Lenti	Fagiuoli
Carbonio . .	50,9	50,7	50,5	50,5	50,7
Idrogeno . .	6,7	6,7	6,9	6,7	6,8
Azoto . . .	18,8	18,8	18,2	18,2	17,6
Ossigeno . .	23,6	23,8	24,4	24,6	24,9

Le differenze non si offrono di molto rilievo, tuttavolta l'*azoto* de' fagiuoli rimane inferiore di 1,2 di quello dei nocciuoli ecc. quantunque si tratti d'una medesima sostanza. Dunque la stessa *legumina* trovasi diversamente costituita nelle varie specie di piante. Indaghiamo ora l'analisi di due sostanze ben diverse tra loro, sui dati de' medesimi Dumas e Cahours.

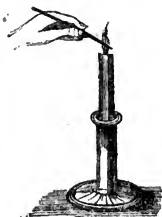
(1) Ann. de Chim. et de Phys., 3 Série, T. VI., pag. 423.

	Albumina	Glutine
CARBONIO	53,2	53,3
IDROGENO	7,1	7,2
AZOTO	16,4	15,9
OSSIGENO, SOLFO e FOSFORO . .	23,5	23,6

La maggior differenza tra queste due sostanze del frumento non sarebbe che di 0,5 nell'*azoto*. Come mai due materiali così diversi debbono somigliarsi tanto nelle quantità di principii che contengono, e una sola sostanza, perchè trovata in due piante diverse, fa conoscere un divario tanto maggiore? Per esprimermi più volgarmente, e riuscire intendevole chiarirò la mia osservazione con questa ricerca: V'ha egli chi possa credere che due cavalli, l'uno ad esempio italiano, arabo l'altro, sieno più differenti tra loro che nol siano un cavallo ed un bue?

Dai quali eccessi riguardisi pertanto l'agronomo sperimentatore cui cale di conoscere la composizione del suo terreno, o quella de' vegetabili che vuole affidargli. Se analizzando il guado vi rinviene una sostanza incognita che dovrà essere necessariamente l'*isatina*, se si pone in capo di risolverla in quei quattro soliti principii, ne conchiuderà che il suo terreno si confà per quella pianta, giacchè raro è che un terreno si trovi manchevole d'alcuno de' principii medesimi. Ma se rispettando la incognita e misteriosa composizione di quella *isatina*, si vorrà tenere al partito saviissimo di restituire al terreno la maggiore porzione possibile di quella pianta di guado; se applicando analogo riflesso al frumento, arricchirà il suolo da cui vuole di nuovo raccoglierne, coll'apprestargli miste al concime le paglie ed altri di lui residui, allora rileverà cól fatto che per lo suo meglio tralasciò d'indagare quell'ultima ulteriore scomposizione della sostanza organica investigata. Nè forse da altro muove la somma efficacia degli escrementi d'uomo e d'animali granivori in quantochè per essi ridonansi al suolo quei materiali più specifici o particolari de' vegetabili i cui semi servono a quell'altro ordine di esseri, d'alimentazione. Ma via, diciamo dell'atto pratico di coteste analisi.

3047. **Riconoscere la sostanza organica** se sia o no presente in un pezzo di materia qualunque non si può sempre cogl'indizii d'organicità di cui a' §§ 3024 e 3026. Dai chimici si ritiene agevolissimo, perchè confondesi la materia organica coll'aeriforme. Prendi un pizzico di terra sopra spatola di latta, o lama di coltello, e scaldala a rosso nel modo predimostrato dalla figura 756. Quel pizzico di terra diventa nero, con che accenna la presenza di materia organica, poi assume color bruno o rossiccio quando la materia organica s'è del tutto consumata. Un frustolo di paglia, un fuscelletto di legno accostati alla fiamma (fig. 759) lasciano scorgere che porzione principale abbrucia e consuma, rimanendo altra piccola porzione che arde, ma non consuma, e sono le ceneri nelle quali si riduce lo *spodio*, ossia avanzo della combu-

Fig. 759.

stione. Nelle sostanze vegetali o animali, con questo cimento le ceneri non oltrepassano dall'1 al 10 per cento del peso primitivo del corpo secco abbruciato: ma qualunque materia che s'abbruci perfettamente priva di sostanza *organica*, offre nel residuo lasciato dalla combustione tale diminuzione di peso, che qualche volta può ascendere a più di quattro quinti del totale (§ 2987).

3048. Il **terriccio,** ossia quel miscuglio di spoglie ed avanzi vegetali o animali in via più o meno inoltrata di decomposizione, che rende tanto più ferace il terreno, quanto maggiormente abbonda in esso a confronto degli altri elementi minerali formerà subbietto importantissimo d'investigazione. Esso facilmente si conosce, quando non si voglia por mente al suo stato ed al suo intrinseco valore agrologico. Prendi alquanti grammi della terra da esaminare, e falla bollire per venti minuti con una dissoluzione di *potassa*. Feltrando il liquido sarà di color bruno se la terra contiene terriccio: altrimenti il liquido filtrato sarà pochissimo o nulla colorato. Ma se questo terriccio non contenesse *azoto*, sarebbe di scarso valore, perchè ne avvertirebbe che tra i principii più utili esistenti ne' residui organici per avventura il migliore se n'è ito.

3049. L'**analisi de' terreni** non si può fare sopra una quantità minore di uno o due chilogrammi di terra, ed esige parecchi giorni. Avvegnachè sembri dimostrato consistere la ricchezza principale d'un terreno o d'un ingrasso nella quantità di sali *ammoniacali* che contengono, quindi nella maggiore proporzione di sostanze organiche, chi ha misurato qual sia il bisogno della vegetazione rispetto al *solfato di calce*, al suo *fosfato*, alla *silice*, alla *potassa*, alla *soda* ecc.? Da questi riflessi il lettore comprende la necessità di conoscere, oltre l'analisi delle sostanze materiali (1), eziandio quella delle organiche, e non basta farsene quel preliminare concetto generico risultante dai superficiali cimenti esposti nei §§ 3046 e 3047. Molti agronomi, allettati dal pronto ed energico effetto delle concimazioni fatte col guano, vi spendono somme rilevanti, senza aver modo di accertarsi della qualità del medesimo, potendo pervenire la differenza tra *guano* e *guano* dal 20 al 50 per cento pel solo divario nella quantità de' materiali d'origine organica in esso contenuti.

3050. L'**analisi delle sostanze organiche** dee quindi interessare per due modi l'agronomo, cioè: 1° volendo riconoscere quali principii si contengano in una data pianta; 2° quale ricchezza possa offerire un terreno in principii d'origine organica. Speditamente alcuni chimici, dopo avere constatata l'importanza dell'*azoto*, hanno conchiuso di sentenziare del pregio d'un terreno, d'un ingrasso, dalla quantità d'azoto che offre ne' loro apparecchi. Si dee convenire che il Boussingault, il Payen, il Gasparin hanno meritato sommamente della scienza agrologica, indicando il *dosamento dell'azoto* siccome principal mezzo di confrontare il valore delle materie adoperate per ingrassi, la ricchezza

---

(1) On avait d'abord admis l'opinion d'un célèbre chimiste M. Liebig qui pensait que les substances minérales pourraient suffire soit à l'entretien de la fertilité, soit à l'amélioration des sels en culture. Le savant n'avait point hésité à prendre part à la fondation d'une manufacture d'engrais, ou l'on préparait des mélanges des différents sels minéraux destinés à remplacer les fermiers ordinaires. Cette sorte d'engrais incomplet à échoué..... C'est un résultat négatif bien acquis aujourd'hui à la science agronomique. Payen, *Des engrais ecc.* Angleterre.

de' terreni, il pregio nutritivo delle specie diverse di vegetabili. Ma non bisogna tenere in minor conto gli altri elementi che compongono l'organica costruttura, e la sperienza il dimostra, conciossiachè non siavi materia fertilizzante con miglior successo e più costante e generale come il letame di stalla.

3051. I quattro principali elementi da esplorare nelle analisi organiche saranno per verità l'*ossigeno*, l'*idrogeno*, il *carbonio* e l'*azoto*. La differenza da me esternata contro le più generali dottrine de' Chimici consiste nel non ammettere coi medesimi che solo i quattro elementi anzidetti entrino nell'organica compage (1): i principii peculiari ad ogni classe o famiglia, o specie d'individui (ripeto ad esempio la *salicina*, l'*ulmina*, ecc.) essi li discindono sempre in quegli elementi minerali, ed io li tengo invece per un particolare elemento organico *sui generis* cui quelli possono associarsi, e che sfugge tanto alla storta del Chimico quanto al microscopio del Fisico. Con tutto ciò v'entrano così universalmente e sostanzialmente gli anzidetti principii minerali, che giovar dee agli agronomi più al caso per mezzi, per istruzione, e per volontà di procedere nella Scienza Agrologica, e nell'arte Agronomica, offerir cenno dei metodi da rintracciare o vuoi determinare la loro presenza ne' corpi d'origine organica.

[6] Ricerca del carbonio e dell'idrogeno.

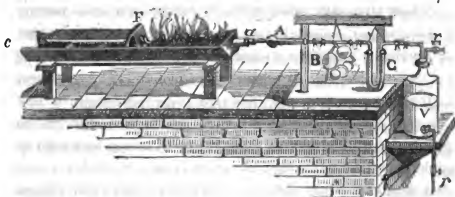
3052. L'analisi del carbonio non si consideri meno importante di quella dell'*azoto*, conciossiachè il *carbonio* si rinviene in quantità **10** volte maggiore ne' corpi organici, e costituisce l'elemento più essenziale della vita vegetativa. Indipendentemente dall'altre funzioni dell'*acido carbonico*, quello che svolgesi dal terriccio, ossia umo (*humus*), combinandosi coll'ammoniaca o colla calce diviene solubile ed è assorbito dalle spongiole delle radici, come il SOUBERAIN verificò là mercè di appositi sperimenti. Il terriccio stesso per l'azione dell'atmosfera divien solubile, e lo dimostrò il DE SAUSSURE. Quindi ponendo mente col PUVIS alla sterilità de' terreni privi di *humus*, alla quantità di *carbonio* costituente la struttura organica vegetale, alla funzione dell'*acido carbonico* siccome dissolvente necessario della piupparte de' principii fissi ch'entrano nella macchina vegetale, riconosceremo nel letame di stalla l'ingrasso superiore a tutti, conciossiachè oltre l'*azoto* dà origine all'umo, il cui principal componente è il *carbonio*. Oltracciò il vegetabile impiantato nella crosta terrestre troppo soffrirebbe per avventura del notturno irradiamento della Terra, e nel formare l'*acido carbonico* che il vegetale nella notte esala, parte del *carbonio* inalato durante il giorno, alimenta quella combustione per riparare all'accennata perdita dovuta all' irradiamento. Pel qual riflesso poi la stessa funzione

---

(1) Ecco la loro categorica sentenza: Le CARBONE, l'HYDROGÈNE, l'AZOTE *réunis dans quelques cas à des faibles quantités de soufre ou de phosphore sont les* SEULS ÉLÉMENTS *dont la nature dispose pour créer cette variété presque infinie de substances végétales, si différentes par leurs propriétés* ecc. BOUSSINGAULT, Econ. Rur., loc. cit., pag. 131. Dove è poi anche singolare l'ommissione dell'OSSIGENO.

del *carbonio* negli animali viene ritenuta per la diretta sorgente del suo calore vitale.

5053. **Carbonio ed idrogeno** esistono sempre in tutti i vegetabili, e loro residui; nè occorre quindi rintracciarli. Tuttavolta il disegno e la descrizione dell'apparecchio adoperato dai chimici, servirà per chi ami determinarne prossimamente la quantità. Una canna di vetro *c a* (fig. **760**) terminante a sottile coda in *c*, e munita di turacciolo di sughero forato in *a*, si riempie della

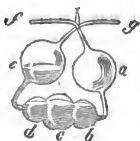
Fig. 760.

sostanza analizzabile meschiata con ossido di rame, calcinato con ispeciali cautele che sarebbe lungo descrivere. La canna s'adagia sul fornello, come rilevasi dal disegno, e mercè quel foro del turacciolo in *a*, comunica col tubo A pieno di pezzetti di *cloruro di calcio* ben secco. Il tubo A congegnasi col tubo B congiunto coll'apparecchio a 5 sfere o gonfi contenenti soluzione di potassa caustica, concentrata a **45°** (areometro del BAUMÉ). L'*acido carbonico*, sviluppato dalla combustione della sostanza organica contenuta nella canna *ca*, si condensa in cotesta soluzione di potassa. Perciocchè il *cloruro di calcio* del tubo A coll'assorbire l'acqua abbia resi i gas svolti dalla combustione secchissimi, nel passare pel cannello a cinque gonfi possono togliere una piccola quantità d'acqua: l'aggiunta del tubo C foggiato ad U, a bella posta caricato di frammenti di potassa caustica rattiene, assorbendoli, il vapore d'acqua, e il poco *acido carbonico* sfuggito dall'apparecchio a sfere.

Infine la boccia V munita di cannello con chiavetta *r* serve di apparecchio aspirante.

Essendosi pesato preventivamente il tubo disseccante, il suo aumento di peso fornirà quello dell'acqua e perciò dell'*idrogeno*: similmente l'accresciuto peso degli apparecchi B e C indicherà l'*acido carbonico*. Di questa guisa si determinano adunque l'idrogeno e il carbonio svolti per opera della combustione della sostanza organica. Ripeterò sempre, in via approssimativa; nè stimo necessario il dimostrarlo. Avvertirò piuttosto 1° che nella canna di vetro *a c* il miscuglio della sostanza organica coll'ossido di rame si fa solo per la metà circa della canna, e la parte anteriore a F riempiesi d'ossido di rame puro. 2° Una lamiera di ferro piegata e foggiata, come distinguesi in F (fig. **761**) regola la combustione, facendola vivissima prima nel pezzo anteriore e procedendo

Fig. 761.

col ritirare quel *parafuoco* F affinchè la combustione della sostanza organica segua a bell'agio in modo da potere entrare le bolle di gas che se ne sviluppano e traversano i gonfi dell'apparecchio, del quale offre più distinta idea la figura 762. Mediante la boccia V aspirandosi l'aria per l'estremità *g*, i gas penetrano per l'altra estremità *f*, passano nel gonfio *a*, poi in *b*, *c*, *d*, e successivamente in *e*, onde soggiornano nella soluzione di potassa più a lungo che se fosse riposta in un cannello o recipiente ordinario.

Fig. 762.

5054. **Mezzo più agevole** serve in alcuni casi alla ricerca dell'*acido carbonico*. Ad esempio: Come si può conoscere e misurare quello che si sviluppa da un frutto malato? Veggiamo di qual guisa adoperasse il TARGIONI-TOZZETTI D. Adolfo. Presi due boccioni di vetro eguali e nell'uno riposto un grappolo d'uva sana, nell'altro un grappolo d'uva infetta, vi mise una soluzione di potassa caustica, e li chiuse lutandoli in diversi modi. « Ho lasciato, dic'egli, funzionare gli « apparecchi 6 o 7 ore del giorno, facendo che di tempo in tempo qualcheduno « bagnasse la superficie del vaso, onde questo non si riscaldasse soverchiamente « e così non si alterasse per eccesso di riscaldamento l'uva contenuta. Levati « gli apparecchi, ho trovata assorbita dalla potassa una quantità considerabile « di acido carbonico ». Lo che ottenne introducendo in un provino graduato una certa quantità della soluzione estratta dai boccioni, riempiendo il provino con mercurio, e rovesciandolo sopra un bagno a mercurio. Così la soluzione alcalina riducesi nella parte più elevata e chiusa del provino: facendovi pervenire poco per volta un eccesso di *acido solforico*, o di *acido cloridrico* diluito quando è cessata del tutto l'effervescenza, e dileguato il momentaneo riscaldamento, si misura il gas sviluppato dalla soluzione. L'*acido carbonico* fu sempre maggiore nei gas esalati dall'uva malata che dalla sana. Oltracciò il BECHI ed il CARANTI rilevarono esalazione di piccola quantità d'azoto per parte dell'uva malata, nè mai dalla sana.

[7] Ricerca dell'ossigeno.

5055. **La presenza dell'ossigeno** può tenersi per indubitata in qualsiasi corpo o frammento di sostanza d'origine organica. Per la sua determinazione ho soltanto da riferirmi alla VIII Dubitazione (§ 5021).

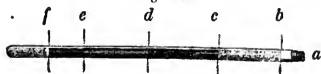
[8] Ricerca dell'azoto.

5056. **L'analisi dell'azoto** esistente nelle piante, offre nel lato pratico molti risultati importanti. Ad esempio le cereali allettate, ossia spianate per terra prima di fruttificare, soffrono questo inconveniente per sovrabbondanza d'azoto o anche di carbonio, e per manchezza relativa di silice. Il seminarle troppo fitte in terreno ferace può essere altra causa che ne provengano steli troppo sottili ed esili in confronto alla lunghezza da loro raggiunta. Ma ove non derivasse da questa inconsiderata pratica, il saggio agronomo, anzichè au-

mentare col concime la dose d'*azoto* del terreno, dovrebbe sperimentare la cenere di torba, la quale contiene silice in istato convenevole per l'assimilazione, per circa il 30 o 36 per cento, a quanto rivelano analisi del LIEBIG (1). Del resto per avventura esistono sostanze *organiche*, siccome succhi, *secrezioni*, *escrezioni* ecc. in cui la chimica non sa rinvenir azoto: ma può ritenersi non mancare giammai in qualunque corpo, o frammento di corpo *organizzato*. Veggiamo quali procedimenti s'adoperi dai chimici per determinarlo.

3037. **La determinazione dell' azoto** si eseguisce nel seguente modo (2).

Prendi una canna di vetro, da servire per tubo di combustione, chiusa in *a* (fig. 763) lunga circa 80 centimetri. Nel fondo riponi circa 20 grammi di

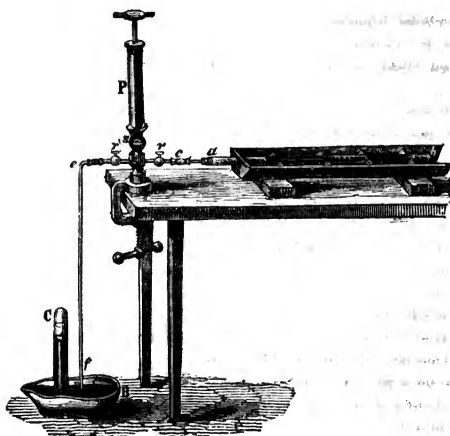
Fig. 763.

carbonato di soda che riempierà il tratto *a b*. Sovra per la lunghezza di 5 o 6 centimetri riempi il tubo di *ossido di rame* puro e secchissimo; poi nel tratto *ed* metti la sostanza organica mista con altr'*ossido di rame* e di questo ne sovrapponi da *d* sino in *e*: infine v'introdurrai rame puro metallico in trucioli pel tratto *e f* di 20 centimetri.

Disponi il tubo così carico nel fornello di lamiera (fig. 764) a modo che il suo capo aperto *a* ne sporga, e comunichi pel cannello *c* colla *tubulatura* della piccola tromba pneumatica P: le aggiunture acconcerai con ragia elastica detta *caoutchou* o cutsciù. All'altra *tubulatura d* della tromba P, un tubo di vetro *e f* piegato, ed all'altra estremità doppiamente ricurvo, pescando nel mercurio del bacino B pone in comunicazione i prodotti della combustione che sortono da *a* colla estremità del tubo *e f* che pesca nel bagno.

Facendo agire la tromba P, il mercurio si solleva entro il tubo *e f*; cesserà l'azione della tromba quando esso si ferma stazionario, e subito chiudi la chiavetta S e lascia aperte le chiavi *r r'* onde si ristabilisca la comunicazione tra il tubo *ab* e l'altro *ef*, come se la tromba P non esistesse, avendo essa adempiuto al suo scopo di estrarre l'aria dall'apparecchio. Allora reca alcuni carboni accesi lungo il tratto *a b* del tubo di combustione, e il *carbonato di soda* svilupperà dell'*acido carbonico*, che terminerà di cacciare l'aria del tubo *ef*. Quando questo gas comincia a sprigionarsi sotto il mercurio, devi circondare di carboni accesi la parte anteriore *de* ed *ef* (fig. 763) che nel tubo si caricò d'*ossido di rame*, e di rame puro. Dipoi capovolgesi la campanella C nel bagno di mercurio, facendovi passare nell'alto di essa 50 a 60 centimetri cubi di solu-

(1) TRECET. *Emploi des cendres de tourbe* ecc. Journ. d'Agric. prat., 3 SÉRIE, Tom. I, pag. 12-13. Il KERMELLEC adoperava per lo stesso effetto la calce viva, ma *fusée dans le sablon*, il quale recava perciò l'elemento siliceo.
(2) REGNAULT. Cours Élém. de Chimie, pag. 444, § 1217.

zione concentrata di potassa. Ritirati i carboni dal tratto *ab* del tubo di combustione si avvicinano al tratto contenente la sostanza organica, operando come

Fig. 764.

si notò per la ricerca del *carbonio* e dell'*idrogeno*. Per risultato si ottiene sviluppo d'*acido carbonico*, di vapor d'acqua, di *azoto*, ed *ossidi d'azoto*. Questi ultimi attraversando la porzione di tubo contenente rame puro, gli cedono l'*ossigeno*, e quindi nella campanella C arrivano misti insieme *acido carbonico* ed *azoto*. Ma l'acido si scioglie nella potassa, e l'azoto rimane libero.

Quella tromba P può risparmiarsi, perciocchè lo sviluppo d'acido carbonico procacciato colla combustione del carbonato di soda posto in fondo al tubo caccia via l'aria dell'apparecchio. Si può anche raccogliere semplicemente nella campanella C l'*azoto* misto coll'*acido carbonico*, ed isolare l'azoto introducendo dipoi la soluzione concentrata di potassa caustica per assorbire l'acido carbonico. Se poi si trattasse di sostanze nelle quali l'azoto non esiste in istato

Fig. 765.

di nitrato, allora giova il processo del PELIGOT, che descriverò sulla scorta del MALAGUTI, aggiugnendo soltanto il disegno (fig. 765) per maggior chiarezza.

5058. **L'analisi dell'azoto** col metodo del PELIGOT (1) può tentarsi, dice il lodato MALAGUTI, da qualunque agricoltore dotato d'alquanto buon volere.

Nel fondo chiuso di un tubo di vetro poco fusibile, lungo 60 a 70 centimetri, con interno diametro di 25 millimetri, collochiamo un grammo circa di *acido ossalico*. Supponghiamo di dovere analizzare l'azoto di terriccio trovato nel terreno: presi 10 grammi di questa terra, secca a temperatura d'acqua bollente e scevra di pietre, mettiamoli in mortaio di porcellana non verniciata, e mezzanamente caldo. Versiamo entro un miscuglio composto per tre parti di soda e per tre di calce estinta in tale quantità da riempiere allo incirca la metà del tubo, miscuglio che d'altronde facilmente rinviensi presso i fabbricanti di *prodotti chimici*. Leggermente si agita col pestello acciò la terra si rimescoli, ed introducesi nel tubo, che si riempie collo stesso miscuglio alcalino sino a 40 millimetri dall'apertura.

A questa si appone turacciolo di sughero, traforandolo nel senso dell'asse con lima chiamata *coda di sorcio* di guisa che pel foro s'insinui a sfregamento l'un de' rami del tubo a tre bulbi rappresentato dalla premessa figura. In questo tubo, la mercè di piccolo imbuto affilato, s'introducono 10 cent. cub. *d'acido solforico* così allungato d'acqua che appena consti di grammi 0,612 d'acido concentrato a 66 gradi del pesa-acidi.

Collocato l'apparecchio nella griglia, o fornello di lamiera adagiato su mattoni, come accenna la figura, si comincia a riscaldare il tubo diritto presso il turacciolo, e a mano a mano si retrocede verso l'estremità chiusa. Pel riscaldamento a rosso della soda stemperata di calce, e delle materie organiche esistenti in quel terriccio (e così se fossero in altro stato) l'azoto ch'esse contengono si sviluppa nella forma di *gas ammoniaco*. Il quale sarà costretto a traversare l'acido solforico entro i bulbi e verrà da esso trattenuto per formare solfato d'ammoniaca che vi rimane in dissoluzione.

Ora trattasi di rilevare se questa combinazione sia avvenuta, perciocchè ne dimostrerà l'esistenza dell'azoto nella sostanza organica investigata. Presso i fabbricanti di prodotti chimici, rinviensi un liquido contenente zucchero e calce cioè il *sucrato di calce*, facile a conservare in boccette purchè turate a smeriglio. Terminata la combustione, e lo sviluppo de' gas, tolto via l'apparecchio a bulbi, ne verseremo la soluzione in un bicchiere, e lavato il tubo due o tre volte con acqua ordinaria, travaseremo nel bicchiere anche quest'acqua di lavacro.

Aggiungiamo nel liquido qualche goccia di *tintura di tornasole*, ed acquisterà color rosso di pellicola di cipolla. Dipoi riempiendo di *sucrato di calce* una *buretta* graduata, ne verseremo sul liquido stesso quanto basta perchè di rosso tramuti in azzurro. Notiamo quanto *sucrato* ci occorse, e ponghiamolo per supposito in quantità di 25 centimetri cubi. Ora introducendo in altro bicchiere 10 centimetri d'*acido solforico* allungato ed eguale al primo adoperato, coloriamolo in rosso colla *tintura di tornasole*, e di poi rendiamolo azzurro col *sucrato*, del quale per supposito ne occorsero in quest'ultimo caso 36 centim. cubici.

(1) MALAGUTI. Lez. cit. LEZIONE VII.

Adunque la differenza tra la quantità impiegata per rendere azzurri i due liquidi sarà 36 — 25 = 11. Diviso questo resto per 36, si troverà che 3,05 centimetri cubici d'*acido solforico* diluito si tramutarono in *solfato d'ammoniaca*. Moltiplicando poi 3,05 per 175 si avrà 53, 37 numero de' milligrammi d'azoto contenuto in quel solfato, cioè a dire ritrovato nella sostanza organica soggetto dell'analisi. Questa poi erasi presa in quantità di 10 grammi: ne discende che adunque contenea azoto alquanto più del mezzo per cento.

3059. **La spiegazione dei calcoli** precedenti si presenta agevolmente rammentando che l'*acido solforico* impiegato era milligrammi 612, quantità precisamente necessaria per trasformare in *solfato ammoniacale* una quantità di ammoniaca ricca di 175 milligrammi d'azoto. Gli altri calcoli sono di per sè manifesti.

3060. **Chi vorrà fare coteste analisi**, e lunghe e noiose e dispendiose? Certo non le descrissi perchè ogni agronomo possa o debba eseguirle: ma sarebbe utilissimo a loro ed al progresso dell'agricoltura se i grossi proprietarii vi si applicassero. Prevenendo l'obbiezione, ebbi cura di proferire l'esempio del LAWES (§ 2731). Ora cademi in acconcio di riferire un risultato conseguito nel suo laboratorio rurale, per convincere chi nutrisse ancora troppo affetto alla teorica del LIEBIG sulla quasi assoluta inutilità di somministrare al terreno ingrassi contenenti sostanze organiche. Spartiva il LAWES 28000 chil. di letame di stalla in due eguali porzioni. Applicò l'una al terreno in istato naturale, e l'altra ridotta in cenere ad altro terreno di pari qualità ed estensione. Ecco i risultati in ragion d'ettaro dopo averli seminati a frumento.

		Frumento		Paglia
Terreno col letame in cenere . . .	Etti	14,4	Chil.	1250
» col medesimo in natura . .	»	20,--	»	1680
Differenza . .	Etti	5,6	Chil.	430

Non è mestieri d' ulteriori chiarimenti pel sagace lettore. Aggiungerò tuttavolta un'altra esperienza del medesimo LAWES. Adoperando l'ingrasso patentato dal LIEBIG (1) ebbe dal terreno altrettanto come se non v'avesse nulla fornito. V'aggiunse 500 chilogr. di panello, o vuoi di sansa, e 125 chilogr. di *solfato* ovvero *cloridrato d'ammoniaca* e raccolse

		Frumento		Paglia
Col puro ingrasso minerale	Ett.	15,2	Chil.	1700
Col medesimo arricchito del panello e dell'ammoniaca	»	27,8	»	3370
	Ett.	12,6	Chil.	1670

Vale a dire duplicò quasi i suoi raccolti. Del resto, non si vorrà ritenere

(1) *Liebig patent manure, forwheat.*

essenziale all'agronomo il conoscere di queste materie, quando si giugne fino a cercare di persuaderlo che il *gas idrogeno*, e il vapore delle locomotive sono le cause del malanno dell'uve, come proclama il LAPIERRE perchè il DU BREUIL ha veduto ne' pubblici passeggi gli alberi prossimi al fanale a gas illanguidire?

3061. Non mi dilungherò tuttavia sulla ricerca dello *solfo*, del *fosforo* ecc. perchè imperiosamente costretto a terminare comunque io possa il presente LIBRO, scorciando eziandio i seguenti per dar termine a questo soverchio 1° Volume (1) e chiudo l'ARTICOLO con breve riflesso sulla

[9] Nomenclatura de' composti organici.

3062. Radicale organico chiamano i chimici ogni organica sostanza con indole in qualche guisa di metalloide o metallo; e si nota per solito con desinenza in *ilo* od in *geno*. L'essenza d'aglio deriva da un supposto radicale chiamato *àglilo*; l'etere dell'*ètilo* ecc. Gli acidi organici hanno desinenza in *ico*, tranne uno o due ch'hannola in *oso*.

3063. Le **basi organiche** si chiamano *alcaloidi*, col nome speciale desinente in *ina; narcotina*, *papaverina*, *morfina* ecc. I composti indifferenti talora suonano come il *peperino*, *limonino* ecc., talora come la *salicina*, *emateina* ecc. Ma vi sono altre denominazioni che tralascio, conciossiachè servano unicamente a dimostrare l'incertezza e confusione della odierna nomenclatura di chimica organica (2).

Art. III. Chimica agraria de' corpi organici.

3064. Impossibile classificare le sostanze organiche: ne convengono i migliori chimici. Se adunque qualsiasi corpo organico fosse una formola rappresentabile colle quattro uniche sigle O, H, C, A *z*, aggiustate con diversi esponenti e coefficienti, la scienza aritmetica basterebbe per classificare tutti i corpi organici della natura, colla teorica delle *permutazioni* e *combinazioni* (§ 870 del Cap. V). Ma, oltrechè ne' composti organici s'aggiunge talora *solfo*, *fosforo*, ovvero *fluoro*, *cloro*, *iodo*, *bromo*, *ferro*, *manganese* ecc., senza parlare degli *ossidi*, *cloruri*, *ioduri*, *sali metallici* ecc., onde il novero delle *permutazioni* e *combinazioni* toccherebbe l'infinito, rimane sempre a diciferare la presenza di quel *radicale* così detto, ovverossia di quell'elemento organico *sui generis*, pel quale un composto organico è quello che è, nè potrebbe essere altro da quello che è.

---

(1) Non per querela dei signori Editori, ma per alcune rimostranze di qualche associato, mosse dal timore che gli altri volumi corrispondano ai due in pubblicazione, ed accrescano il complesso dell'Opera a mole eccessivamente superiore ai promessi limiti, consegno d'ora in avanti alle stampe il ristretto de' miei poveri lavori, che in realtà l'ampiezza del subbietto, e la fedele esecuzione del Prodromo portarono a sviluppo assai maggiore del proposto e perciò vengono quindi innanzi compendiati.

(2) *La nomenclatura dei composti organici è varia, disforme, e quasi direi senza regole stabili e ragionevoli*. SELMI, Princ. Elem. di Chim. organica, 1852, pag. 114.

3065. L'**elemento cardinale** delle molecole organiche nol ravviserai adunque nell'*ossigeno* o nell'*idrogeno* e via dicendo, comecchè indispensabili sieno que' quattro precipui elementi materiali: sì bene riterrai per cardinale principio quell'atomo organico che or ora dissi doversi tenere in conto del radicale dei chimici, i quali stanno contenti di fare una chimica agraria meritevole aggiustatamente del nome di *chimica* del *carbonio!* Seguendone le idee

ingenita virtù organatrice si assegnerebbe al *carbonio*
ingenita virtù sviluppatrice » all'*idrogeno*
ingenita virtù modificatrice » all'*azoto*
ingenita virtù disorganatrice » all'*ossigeno*!

Si discute poi seriamente se il *carbonio* abbia così assoluto privilegio di starsi nel centro della molecola organica, che l'*azoto* sia costretto a formare altro centro da un lato dello stesso nocciolo molecolare. E qui taglio via (§ 3061) cento altri riflessi sull'organicità dell'acqua, benchè poi si riconosca incontrovertibile che l'aggiugnere o levare acqua da una molecola organica entro dati limiti non ne cresca, o scemi punto l'organicità: taglio via pure la distinzione tra i metalli organabili e gli altri che nol sono, fondata sulla più costante presenza di quelli negli esseri organici, perciocchè oggimai la chimica scopre sempre in quest'ultimi qualche metalloide o metallo, siccome addietro notai pel *iodo*, l'*argento* ecc.; taglio via infine la separazione di radicali *semiorganici* dagli *organici*, perchè non saprei concepire una mezza vitalità, un semiorganismo.

3066. La **chimica del coltivatore** essenzialmente deve occuparsi delle sostanze organiche nello stato in cui rinvengonsi in primo luogo ne' vegetabili, e in secondo luogo (quasi per istudio accessorio però sempre utilissimo) negli animali. Quindi non saprei ommettere la sommaria indicazione delle principali, secondo l'accennata loro derivazione.

SOSTANZE VEGETALI.

3067. **I materiali organici,** o per meglio dire, gli elementi sia materiali sia organici che costituiscono un corpo organizzato, un vegetabile, un animale, e che la Chimica può farci scoprire analizzandoli, non sono in quella misura che viene segnalata dall'applicazione loro, la quale potrebbe guidare a conchiusioni erronee. Mi spiegherò coll'esempio della *potassa* tolta al terreno dalla vite. La presenza del *cremor di tartaro* nel vino, farebbe supporre necessaria nel suolo o negl'ingrassi maggior copia d'alcali per coltivar la vite, che per altre piante, come cereali ecc. Il BOUSSINGAULT da particolari sperienze fatte a SMALZBERG rinvenne (1) che da un ettaro di terreno in un anno

	Alcali	Acido fosforico
La *vite* toglie	Chil. 16,42	Chil. 7,23
Il *frumento* colla paglia	» 27,—	» 19,—
Il *pomo di terra*	» 63,—	» 14,—
La radice di *barbabietola*	» 90,—	» 12,—

(1) *Ann. de Chimie et de Physique*, 1850.

Quest'esempio valga per tutti, affine di persuadere l'agronomo sul valore che possono avere certi materiali e certe sostanze organiche, di cui a prima giunta gli sembrerà che potesse trascurarsi l'indicazione.

3068. **Acidi, basi, e sali organici** esistono di due fatta:

1° NATURALI, perchè normalmente prodotti per risultati di azioni *fisiologiche*, ovvero per loro successive modificazioni procedenti da azioni *patologiche*, o infine derivanti dalla risoluzione della sostanza organata in causa di *estinzione* e consecutivo disfacimento dell'essere organico.

2° ARTIFICIALI, perchè derivanti da azioni chimiche colle quali le sostanze organiche vengono cimentate dall'uomo.

La cognizione de' primi ha per l'agronomo una importanza estremamente maggiore di quella degli artificiali; ed affinchè contemporaneamente possa egli apprendere alcun che delle proprietà e funzioni delle sostanze organiche, le verrò descrivendo nell'ordine in cui di certa guisa la Natura le offre alla investigazione del sagace osservatore, connettendo l'indagine chimica alla fisiologica; lo che m'impone debito di parlare prima per modo generico dell'origine e natura de' succhi vegetali, omettendo in compenso, per servire a brevità (§ 3061) quella sterile ed incerta valutazione chimica degli elementi minerali, che solo incompiutamente, come dissi, ponno rappresentarne la vera composizione.

[1] Del succhio o linfa vegetale.

3069. **Linfa** o **succhio** chiamasi l'acqua carica di materie solubili, appena dal suolo passa nelle spongiole delle radici. Questo liquido, che appellasi *succhio ascendente*, nel soggiorno entro terra si caricò più o meno de' principii solubili contenuti nella medesima: ma nel suo transito, se questi principii erano d'origine organica, subiscono modificazioni profonde; e durante la sua ascensione il liquido non solo aumenta di densità, ma rivela corpi che non potevano esistere nell'acqua di cui era il suolo imbevuto (1). Pervenendo alla periferia superiore della pianta, subisce altra elaborazione nelle foglie e parti verdi, e cangia direzione, onde acquista nome di *succhio discendente*. Anche senza ammettere col DUTROCHET che questo nella sua discesa si mescoli col succhio *ascendente* (2), riesce quasi impossibile raccogliere isolatamente ciascuna di queste due specie di succhi che però i pratici scrittori d'agricoltura giungono a distinguere negli effetti sì ricisamente, da chiamare l'ascendente coll'aggiunto di *allungatore*, e il discendente di *fruttificante*.

3070. La **linfa della vite** raccolta dal LANGLOIS in febbraio e marzo conteneva soltanto 0,0025 di materia secca, cioè solo 23 parti sopra 10000. Nondimeno questa piccola quantità si rilevava ricca di *fosfato e tartrato di calce* disciolti coll'intervento dell'*acido carbonico*; *albumina; nitrato* e *solfato di potassa*; *lattati alcalini; cloridrato d'ammoniaca*. La presenza de' sali ammoniacali erasi già rinvenuta dal LIEBIG e del WILL nel succhio dell'acero, della betulla, e della vite medesima.

---

(1) BOUSSINGAULT. *Econom. Rurale*. Deuxième Edit., Tom. I, pag. 112.
(2) DUTROCHET. *Sur la structure des végétaux*, pag. 36.

3071. La **costituzione chimica di questo succhio** s'appalesa poco differente nel *carpine*, nel *faggio*, nell'*olmo* ecc. La differenza principale sta nello zucchero che il BIOT rinvenne nella linfa di moltissimi alberi, ma dal LANGLOIS non si trovò in quella della vite. Se non che, l'avvertita difficoltà di separare il succhio *ascendente* dal *discendente* lasciando incerti sulla reale costituzione chimica di ciascuno di essi, convien soggiugnere un cenno anche intorno a quest'ultimo.

[2] Del succhio discendente.

3072. L'**esistenza** di questo *succhio* si dimostra agevolmente. Reciso un anello di scorza in un albero comune, formasi una specie di tumore nel labbro superiore del taglio: esso ingrossa e se la tacca è stretta, arriva al labbro inferiore, e ristabilisce la comunicazione e circolazione (1).

Operando sovra rami sprovvisti di foglie non si forma quel cercine e rigonfiamento, se non sono piante a scorza verde e fogliacea, come la ginestra di Spagna.

Se manchino le foglie, ma siavi qualche bottone, quando questo comincia a svolgersi, similmente comincia a formarsi il detto rigonfiamento.

Quindi conchiudesi: qualche materia elaborata nelle foglie discende lungo la scorza, e rimane arrestata da quella *sezione annulare*.

La legatura, o compressione annulare produce eguali effetti, sempre colla stessa condizione della presenza di foglie al di sopra della parte compressa. Facendo la sezione su rami pendenti verso terra, il fenomeno accade similmente, ed allora il cercine resta verso il basso. Quindi escludesi che quella materia discenda pel proprio peso. Il POLLINI (2) piegò un ramo di *platano* in modo da piantarne entro terra la cima. Eseguitavi la sezione annulare nella parte sotterrata, si formò il cercine nel labbro più vicino alla vetta; dopo un anno il cercine avea ristabilito la comunicazione coll'altro labbro e l'anno appresso avea prodotto radici. Il POLLINI tagliò allora il ramo ed ebbe una talea inversa, su cui praticata altra sezione annulare, il cercine si formò sul labbro inferiore. Ma il DECANDOLLE dubita se non sia esperimento da rifare e cita in opposizione quello dello KNIGHT ch'ottenne il cercine dal labbro superiore in una pianta di *ribes* o uva spina rossa, piantata in senso inverso.

3073. Il minor crescimento della parte inferiore alla sezione annulare, si verifica da tutti gli sperimentatori. Il DU PETIT-THOUARS vide in un pero, ove fece tre tacche annulari, il ramo al di sopra raggiugnere 181 millim. di circonferenza, restando quello di sotto a 108. Un *ailanto* dal POLLINI inciso circolarmente in primavera, era in autunno grosso al di sopra 17 centim., e soli 13 di sotto. Inoltre lo KNIGHT trovò in una quercia il peso specifico di 114 (posta l'acqua a 100) sulla sezione, e di 111 nella parte inferiore (3). Da sperienze del POLLINI

(1) Questa sperienza, detta la *sezione annulare*, studiata da DU PETIT-THOUARS, dal BEAUVOIS, dal KNIGHT, e prima di loro dal DUHAMEL, distrugge il sistema del GAUDICHAUD, benchè la ritorca egli in suo favore.

(2) CIRO POLLINI. Saggio di osservaz. e di sperienze. VERONA 1815, pag. 144.

(3) KNIGHT, V. Philos. Trans. 1804, pag. 183.

il peso specifico di diversi alberi risulterebbe

PLATANO; al di sopra del cercine	0,9472 :	al di sotto	0,8724
FICO	0,9515	. . . .	0,8678
CASTAGNO D'INDIA	0,6489	. . . .	0,3335
ROBINIA	0,8013	. . . .	0,7809

Quando però la comunicazione si ristabilisce tra le due labbra, secondo il POLLINI, il fatto risulterebbe inversamente. Un pero avrebbe pesato 0,6408 di sopra, e 0,8337 di sotto al cercine. Lo che mi sembra naturale, quantunque il DECANDOLLE n'abbia dubbio.

3074. Ammessa l'esistenza del succhio *discendente*, ricorrono le stesse difficoltà dell'*ascendente*, per accertarsi della sua chimica composizione. D'altronde i chimici non distinguono a dovere certi succhi speciali. Non basta. Il BIOT riconobbe, facendo atterrare *sicomori* e *betulle*, che la maggior parte del succhio discendente si trovava verso il mezzo della lunghezza del tronco: che quello della betulla era acido e zuccherino, ma nella parte inferiore invece di zucchero contenea piuttosto materie ricche di principii analoghi a quelli della gomma. Questo e più altri fatti ne attestano le modificazioni che subisce anche il succhio discendente, oltre l'accennata elaborazione nelle parti verdi. Sarebbe tuttavia importantissimo per la scienza constatare la differenza tra l'uno e l'altro succhio, le cui funzioni fisiologiche sono tanto diverse. Non so poi comprendere come il BOUSSINGAULT abbia riposto tra le materie minerali contenute nelle piante, il succhio sia ascendente o discendente non solo, ma quello speciale della *bambusa guaduas*, della *musa paradisiaca*, i *succhi latticinosi*, quello dell'*albero del latte*, ecc. (1). mentre consacra un Capitolo ai principii elaborati dalle piante ecc. Del che ho fatto rilievo, perchè si distingua a dovere il succhio appena introdotto nelle radici, il quale pure conterrà quasi sempre in dissoluzione oltre le sostanze minerali, eziandio le organiche, o per meglio dire principii d'origine organica, e distinguasi, dissi, da quando sia inoltrato procedendo verso l'alto, come discendendo di poi. Conciossiachè ad ogni passo del suo cammino subisce dall'organismo che attraversa, modificazioni che solo la pianta vivente ha facoltà di procacciare perchè serva all'uopo della sua economia (2).

3075. Infatti di due talee di salice immerse nell'acqua dal MORETTI e DYON (3), l'una cui si lasciarono metter foglie, gettò radici eziandio: l'altra cui si levarono le foglie appena spuntate, non mise radici. Similmente la teoria delle margotte, e delle talee, ne insegna formarsi le radici a condizione che la

(1) Tutti questi succhj vengono descritti dal BOUSSINGAULT nel Capitolo III della sua *Econom. Rurale*, intitolato *Des Matières minérales contenues dans les plantes*, mentre poi il Capitolo IV tratta della *Composition des principes élaborés par les plantes*.

(2) In questo proposito voglio pure avvertire la curiosa ipotesi d'alcuni chimici e botanici, comecchè di merito preclarissimo, i quali suppongono che il succhio ascendente debba considerarsi poco più che acqua pura, e solo nel discendere si carichi dei principii che troverebbe a ciò preparati nelle cellule, ed organi vegetali che incontra nella sua strada. E da qual fonte provengono adunque i detti principii che la pianta serba come in magazzini per rifornirne il succhio discendente?

(3) *De nonnullis physiologico-botanicis*, loc. cit., pag. 20.

linfa ascendente ridiscenda dopo elaborata dalle foglie, al cui sviluppo sembra bastare il succhio ascendente dopo l'elaborazione subita nel passaggio dal basso all'alto per lo interno della pianta.

3076. Mi limiterò a conchiudere che discendono succhi dalle parti superiori delle piante verso le inferiori, e convien distinguerli in due classi, 1° *nutritivi* (analoghi al sangue negli animali); 2° *speciali* (analoghi alle loro *secrezioni*).

[3] Succhii nutritori.

3077. Gli **effetti dell'alimentazione**, sviluppo, crescimento, avverandosi simultaneamente nell'alburno e nella corteccia delle piante, deono in essi trovarsi anche i succhi nutrizii. Questi si comporrebbero d'*idro-carbonati*, e sarebbero di materia gommosa la quale rinviensi in tutti i vegetabili vascolari, in tutti gli organi loro (in ispecie nella corteccia) e nelle secrezioni.

I. Gomma.

3078. **Stilla gomma** non rade volte dagli alberi, per soverchia abbondanza o per qualche alterazione nosologica, o per cause fisiche o meccaniche: ad esempio il corpo legnoso assorbendo l'umidità dell'aria più della scorza, nei tempi umidi si gonfia, ed esercita cotale pressione sulle sostanze liquide contenute nella corteccia interna, che può giugnere ad espellerne. Questa spiegazione ammettesi dal TOURNEFORT (1) e dal LABILLARDIERE (2) per la gomma ch'esce dagli *astragali* legnosi alla cima del LIBANO, sortendo essa nel mattino, solo quando la vetta del monte nella notte rimase copiosamente bagnata dalle nebbie. Ne stilla dagli alberi ed arbusti delle famiglie *leguminose*, *rosacee*, *terebintacee*, la cui scorza è ricca di tannino. La gomma *arabica* e del Senegal deriva da molte *acacie*: l'*adragante* da molti *astragali* legnosi: la gomma *comune* da *ciliegi*, *pruni*, *peschi*, *albicocchi* ecc.: copiosa gomma stilla dall' *anacardium occidentale* sino a darne oltre 40 libbre da una sola fenditura dell'albero (3). Naturalmente queste gomme non sono tutte perfettamente identiche di composizione, e ciò deve essere a norma delle diverse famiglie e specie di vegetabili (4). La gomma non cristallizza; le gocce che stillano si solidificano in pezzi come coagulati. La gomma arabica diede all'analisi del GAY-LUSSAC e THENARD.

Carbonio . . .	42,3
Idrogeno . . .	6,9
Ossigeno . . .	50,8
	100,—

(1) *Voyage au Levant.*
(2) *Journ. de physique* 1790 (Janvier).
(3) La gomma *Kuteera* cola dalla *sterculia urens*: ne danno la *feronia elephantum*, il *Koelreutera*, la *sophora japonica* ecc.
(4) *Si l'on suivait avec attention les produits des divers végétaux, on n'en trouverait presqu'aucuns qui fussent rigoureusement semblables d'une plante à l'autre.* DECANDOLLE, *Physiol. végét.*, loc. cit. 1, pag. 172.

Il *mucoso* o mucilagine che ottiensi dalla bollizione de' semi di lino, radici d'altea, bulbi di *scilla non scripta* ecc. può ritenersi per un misto di gomma con altri principii; ma non è prodotto che stilli in istato di purezza da niun vegetale.

La *gelatina* che trovasi ne' frutti acidi, sembra pure *gomma* combinata con qualche *acido*. Tuttavolta si comporrebbe d'un principio speciale scoperto dal Braconnot e chiamato *pectina* la cui formola sarebbe $C^{64} H^{48} O^{64}$ secondo alcuni (1); secondo il Fremy avrebbe egual composizione dell'*acido pectico* (2).

5079. La pectina rivela, per mia stima, la buona fede, e l'accuratezza del chimico che la discoverse. Conciossiachè nelle sostanze organiche, quando l'analisi venga fatta a dovere, deesi sempre rinvenire alcun che da non confondere col *carbonio*, coll'*idrogeno*, o coll'*azoto*, nè infine coll'*ossigeno* nel quale si perde d'ordinario per la ragione esposta nell'VIII Dubitazione (§ 5021). Infatti la *pectina*, sia poi in forma d'*acido pectico*, o di *pectosico* ecc., anche secondo il parere del Boussingault quando venga profondamente studiata, contribuirà probabilmente a gettar molta luce sulle modificazioni attinenti alle sostanze organiche durante l'atto della vegetazione. Il Braconnot ha trovato *acido pectico*, sto per dire, in tutte le piante, e così ne' bulbi come ne' fusti, come nelle foglie, e ne' frutti, nelle scorze, al punto di sospettare che possa costituire il cambio o sostanza organatrice del Grew e del Duhamel (3).

II. Fecola o Amido.

5079. Dalle **farine** e dai **vegetabili polverizzati**, con semplici lozioni d'acqua fredda estraesi una materia amidacea, l'*amido* o *fecola*, che nello stato ordinario presentasi in piccoli grani bianchi, secchi, duri, insipidi, senz'odore ed inalterabili all'aria. Insolubili dall'acqua fredda, dall'etere e dall'alcool, coll'acqua calda si combinano formando la *salda* o *amido* e cogli acidi si tramutano in zucchero d'uva. La *fecola* sembra composta di cellule, rappresentate dagli anzidetti granelli, contenenti o gomma o succo analogo alla gomma. Queste cellule ne comprenderebbero altre interne concentriche (4). Suolsi chiamare *fecola* quella ricavata da pomi di terra ecc., ed *amido* quella dei cereali. Parlando del *glutine* (§ 5137) esporrò più sotto (§ 5138) in quale proporzione entri la *fecola* ne' vegetali in confronto del *glutine*. Essa intanto si rinvenne specialmente

1° negli albumi farinacei de' *cereali*, e *gramigne* in generale, delle *poligone* ed altri;

2° ne' cotiledoni polposi, ne' *fagiuoli*, *fave* ecc.;

3° ne' tuberi destinati a nutrire giovani piante; *pomi di terra*, *topinambour*, *orchidee* ecc.;

4° nelle radici vivaci aventi egual destinazione dei tuberi: *bryonia*, *inula helenium*, *anthemis pyrethrum* ecc.;

(1) Selmi, Princ. Elem. di Chim. org., pag. 480.
(2) Boussingault, ibid., pag. 282.
(3) Braconnot, Ann. de Chim. et de Phys., Tom. XXVIII, pag. 173.
(4) Fritzche, Ann. Poggend., Tom. XXXII, pag 129.

5° ne' *bulbi* o *rizomi* destinati come sopra: *arum*, *typha*, *colchis*, *iris*, le *felci*, la *maranta arundinacea* (dalla quale l'*arrow-root*);

6° ne' *fusti legnosi di monocotiledoni*, sempre con egual destinazione: fusti di *sagus*, di *palmizi* ecc.;

7° nell'interno di certe corteccie di dicotiledoni: quelle di *pino*, di *betulla*;

8° ne' ricettacoli delle *cinarocefali*: *articiocchi*;

9° ne' sarcocarpi farinosi di alcuni frutti: *datteri*, *frutti* dell'albero del pane.

3080. Le funzioni della fecola ne' vegetabili sarebbero analoghe a quelle del grasso negli animali (1). Depositi amendue di materia nutrizia per essere riassorbita. La *legumina* è una varietà di fecola ottenuta dal BRACONNOT (2) dai piselli, e fagiuoli maturi e secchi ridotti in polpa e disciolti nell'acqua. Il PARMENTIER (3) compose una lista di vegetabili suscettivi di fornir fecola senza indicarne la quantità: questa rilevasi per le analisi del VAUQUELIN (4) e dell'EINHOFF (5) da cui trascelgo le indicazioni per alcuni vegetali più noti.

PROSPETTO

di quantità proporzionali di Fecola.

Radici	d' *Ipomaea batatas* (su 100 parti)	fecola	13,5
Tuberi	di *Pomi di terra*	»	24,—
Rizomi	di *Canna indica*	»	3,3
Pericarpi	di *Atrocarpus ioca*	»	6,2
Grani	di Fava	»	34,—
»	di Fagiuoli	»	46,—
»	di Lenti	»	32,—
»	di Piselli	»	50,—
»	di Orzo	»	79,—
»	di Segala	»	61,—
»	di Avena	»	59,—
»	di Spelta	»	68,—
»	di Frumento d' autunno . . .	»	77,—
»	di » di marzo	»	70,—
»	di » di Barberia . . .	»	74,—
»	di » di Sicilia	»	75,—
»	di Riso della Carolina	»	85,07
»	di » del Piemonte	»	83,80
»	di Maïs	»	80,92

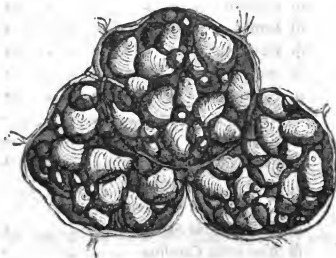
(1) RASPAIL ritiene il grasso organizzato come la fecola, cioè formato d'un tegumento e d'una materia liquida, opinione proferita dallo SWAMMERDAM, *Bibbia della Natura*. LEYDA 1737, pag. 311.
(2) *Ann. de physiq. et chimie*. 1827, pag. 68.
(3) *Recherches sur les végétaux nourissans*. PARIS 1781.
(4) Mem. du Mus., Vol. III.
(5) Citato dal DAVY, *Chim. agr.*, Vol. I, pag. 155. *Journ. de pharm.* 1830, pag. 306.

Tra le *gigliacee* la notissima *corona imperiale* de' giàrdinieri, per analisi del BASSET offrirebbe ne' suoi bulbi fecola abbondante, bianca e non inferiore secondo il BARRAL (1) a quella del *pomo di terra.*

3081. La fig. 766 mostra la fecola del pomo di terra esaminata col micro-

Fig. 766.

scopio: i suoi grani sono accumulati nel tubero come può scorgersi dalla fig. 767. Coll'azione degli acidi sull'*amido* si ottengono sostanze, che spesso

Fig. 767.

si trovano memorate ne' libri di chimica vegetale, e tra le quali sono da notare

1° La DESTRINA. La *fecola* bollita per qualche tempo con acqua contenente qualche centesimo d'*acido solforico* si cambia in una materia analoga nell'aspetto e nella solubilità, alla gomma arabica, chiamata ***destrina*** (2). Questa tra-

---

(1) *Journ. d'Agric. prat.*, 3. Série, Tom. VII, pag. 164.

(2) Questo nome le deriva dalla proprietà di deviare la luce polarizzata *a destra* cioè verso la dritta più che nol faccia qualunque altra sostanza.

sformazione vuolsi considerare più giustamente per una semplice disaggregazione. Solubilissima nell'acqua, la DESTRINA lo è pure nell'*alcool* diluito, e nulla nell'*alcool* puro, o concentrato. Le *soluzioni di destrina* offrono l'utilità di sostituire le soluzioni di gomma in parecchie applicazioni tecniche.

II° La DIASTASIA; materia particolare azotata, rinviensi nel germe che si sviluppa dai semi cereali, e dai tuberi. Sembra perciò formata nell'atto della germinazione: quindi d'ordinario estraesi dall'orzo germogliato. Ha poi la facoltà di tramutare quantità rilevanti di *fecola* in *destrina*: e per questa proprietà di disgregare la materia *amilacea*, e trasformarla in sostanza solubile, trovandosi essa nella origine del germe, e dei polloni di tuberi, sembra destinata a facilitare a questi organi l'assimilazione di materiali, che senza di essa rimanendo insolubili, non potrebbero per avventura entrare nel circolo della vegetazione.

III° La GLUCOSA esprime una qualità di zucchero alquanto analogo a quello di uva, e nella quale prolungandosi l'azione della *diastasia* e quella degli acidi, trasformasi la *destrina*. La *glucosa* s'adopera per la fabbricazione della birra, dell'alcool, e da taluni per migliorare i vini di qualità poco gradevoli o poco vigorosi, nel qual caso l'addizione di questa qualità di zucchero è meno riprovevole che non quella dello spirito di vino.

Queste sostanze appartengono alle artificiali, ma occorreva farne menzione unitamente all'*amido* ed alla *fecola* da cui immediatamente derivano.

III. Zucchero.

5082. **I caratteri** dello zucchero consistono nel suo sapor dolce, e nel convertirsi in date circostanze in alcool, ed in acido carbonico. A norma della quantità che se ne trova in un vegetale, desumesi la quantità di materia alcalina che può ricavarsene colla fermentazione.

Lo **zucchero di canna** estraesi dalla *canna da zucchero* (*saccarum officinarum* LIN.): dalla radice di *barbictole* (*beta cycla*): dal succhio dell'*acero* (*acer saccharinum et montanum*) e forse dalle *castagne*. La sua formola chimica è $C^{12} H^{11} O^{11}$.

Lo **zucchero d'uva** esiste nell'*uva*, nel *ribes*, *ciliegio*, *albicocco* ecc.: si compone in bianca forfora sui fichi secchi, trovasi nel *popone cantalupo* (1) nel *nettare de' fiori*.

Lo **zucchero liquido** esiste nel *maïs*, ne' *cologni*, ne' *pomi*, negli *azzaruoli*, nel *nettare*. Havvi oltracciò zucchero di *latte*, di *carne* (2) e poi la *mannite* ecc. ecc.

5083. In generale esiste nelle cellule allo stato liquido: presto si sviluppa, e presto si trasforma. Ne' grani di piselli prima di maturare trovasi una materia zuccherina, che nella maturazione cambiasi in fecola, e nella germinazione ri-

---

(1) PAYEN, Journ. de Chim. méd. 1827.

(2) Dalla carne muscolare, primo di tutti estrasse zucchero lo SCHEER. Anche nelle bacche di *sorbo selvatico* ne trasse il PELOUZE, e lo chiamò *sorbina*. Il BRACONNOT ne ricavò dalle ghiande, e chiamanlo *quercite*. Havvi poi la *dulcosa*, zucchero d'origine ignota.

divien materia zuccherina. Il chimico riduce l'amido in zucchero, non però questo in amido, lo che dimostrerebbe che la fecola ha un tegumento di membrana organica. La barbietola estratta troppo tardi non ha quasi più zucchero. Del resto questo trovasi ne' vegetali composto di carbonio e degli elementi dell'acqua, in proporzioni alquanto variabili. L'opinione del DAVY che lo zucchero si formi in assenza della luce si contraddice dalla maggior copia che n'offrono i frutti quanto meglio maturano al Sole.

IV. Lignina.

3084. Il **lignoso o ligneo** costituiscono la materia legnosa propriamente detta, di cui tratta la SEZIONE successiva, come pure del *tessuto cellulare*, detto anche *cellulosa*, perciocchè rappresentino organi, o sostanze *organizzate*, e non semplicemente organiche di presente in questione.

3085. **Lignina** chiama il DECANDOLLE la materia formata nelle cellule oblunghe (1) del corpo legnoso. Insolubile dall'acqua e dall'alcool, ma solubile in deboli liscivie alcaline; solida, d'un bianco sporco, insipida, senz'odore, più pesante dell'acqua. Coll'*acido solforico* convertesi in gomma e zucchero d'uva: col *nitrico*, in *acido ossalico*: con *alcali* concentrati in *ulmina*. Convien dunque discernere sotto la denominazione di

Lignoso, le membrane vegetali componenti le pareti delle cellule, vasi ecc.

Lignina, le materie legnose depositate nelle medesime.

La prima avrebbe sempre un'identica struttura in tutti i legni, la cui diversità dipenderebbe dalla diversa natura della materia legnosa.

3086. Le **fibre di lino e di canape** sono veramente di materia identica a quella del legno?

La **suberina** del CHEVREUL (2) sembra costituirsi del tessuto dell'inviluppo cellulare sia nel sughero, sia nella epidermide della più parte de' dicotiledoni; ma di qual modo da *lignina* convertesi in *suberina*?

La **midollina**, la fibra o filaccio dell'*agave americana*, del *phormium tenax*, il *cotone*, la *fungina* sono tutte materie più o meno riferibili alla *lignina*, modificata per cagioni e guise che il fisiologo amerebbe di conoscere, e meglio per avventura si distingueranno più innanzi dopo noto che intendasi per *ligneo*.

[4] Succhi di secrezione.

3087. Le **secrezioni** s'operano in generale negli animali per mezzo delle *ghiandole* (3). Organi di questa specie appena distinguonsi ne' vegetabili. Esclusi lo zucchero, la fecola, la lignina, e la gomma, perchè succhi nutrizi o diremo costitutivi, dalle secrezioni, queste possono così distinguersi:

---

(1) *Clostri* del DUTROCHET.
(2) Dict. des Scienc. Nat. 26, pag. 293.
(3) In generale, perchè lo strato calcare che trasuda dal mantello de' molluschi, il corpo mucoso che colora la pelle de' vertebrati, la materia pietrosa che sorte dall'alveolo dei denti ecc. sono secrezioni di organi che non paiono vere ghiandole.

1° SECREZIONI ESCREMENTIZIE, O ESCREZIONI: cioè prodotti fòrmati da organi ghiandolari, e destinati ad essere espulsi. Tali il nettare, o succo di secrezione che trovasi nella cavità situata alla base dei pèli dell'ortica. Più sotto (§ 3105) farò la distinzione delle secrezioni *escrementali*.

2° SECREZIONI RECREMENTIZIE: cioè succhi formati da corpi ghiandolari, ma destinati a rimanere nel corpo organico: gli olii volatili, i succhi resinosi.

3° SECREZIONI PARTICOLARI, non formate da organi appositi, ma speciali alle diverse piante: chiamansi meglio succhi proprii.

[5] Escrezioni o secrezioni escrementizie.

I. Volatili.

3088. **L'escrezione più singolare** di questo genere scorgesi nel *dittamo bianco* o *frassinella*. Accostando verso sera di bel giorno caldo e secco una fiammella alla sua cima, il vapore ch'essa emana accendesi, e produce una lieve fiamma e fugace senza nuocere alla pianta. Quel vapore è *olio volatile* separato da ghiandolette che cuoprono il di lei fusto, in maggior copia nella frassinella rossa, che nel *dittamo bianco*: quindi con quella più intenso il citato fenomeno.

3089. **L'esalazioni**, onde gli odori, saranno a parte studiate. Ma oltre a queste, delle emanazioni *ammoniacali* rinvenne il CHEVALIER nel *chenopodium vulvaria* ed in molti fiori anche di odore piacevole (1). Esalano *cloro*, la notte in ispecie, le piante marittime (2).

A qual fine queste *escrezioni* volatili, queste *esalazioni*? il verificarsi costantemente in date specie di piante, dimostra che sono fenomeni normali; ma la chimica organica non ne tenne conto sin ora a sufficienza.

II. Escrezioni acide.

3090. **Liquore acido** trasudano le ghiandole dei peli del cece (*cicer arietinum*): e de' peli del *rhus glabrum*: ne trasuda pure il *boletus suberosus* secondo il PLENK ecc. Odori acidi offrono il *rhus typhinum*, le foglie della *rosa rubiginosa* ecc.

Molti *licheni* pare che s'impiantino nelle rocce calcari mediante *secrezioni d'acidi* che le intaccano, e così ad esempio si fa posto la *patellaria immersa* colle sue scodelle negli scogli calcari, mentre nol può in quelli d'altra natura. Analoga secrezione e per egual fine, fu riconosciuta in certi politalami, di cui non si comprendeva di qual modo si fissassero nelle rocce calcari alla sponda del mare (3).

---

(1) *Ann. Scient. Nat.* 1, pag. 444.
(2) SPRENGEL, *Karstner Archiv.* VII, pag. 161.
(3) Il FLEURIAN DE BELLEVUE constatò pe' vermi di mare analogo fenomeno onde si nicchiano nelle rocce di carbonato calcare.

III. Escrezioni caustiche, ed altre di ghiandole e peli.

3091. **Ghiandole cave** hanno alcuni vegetabili, nelle quali contengonsi succhi caustici: chiamansi *peli escretorii*, di cui sono guernite le foglie, e n'offrono esempio in ispecie l'*jatropha urens*, la *malpighia urens*, le *ortiche* ecc. Prive di vita, cessa quella secrezione, e l'ortica si può toccare impunemente quando quei peli sono bagnati. Cotali succhi, quelli almeno dell'ortica, si riconobbero dal DECANDOLLE figlio per *alcalini*.

3092. Altre **ghiandole** trovansi alla cima di peli di vegetabili, e trasudano umori viscidi: tali le ghiandole della *tristegis glutinosa*. Molte *labiate* hanno globuli resinosi, e trasudano umori le ghiandole a ciòtola sui pezioli di molte *mimose* e sul peziolo e il contorno delle foglie delle *rosacee*. Le foglie di pino scorgonsi sparse di gocciolette di resina, come i frutti di *ribes nigrum*. Materie viscose, o glutinose offrono i peli della *drosera*, di molte *primavere*, del *cerastium viscosum*, della *salvia glutinosa*, della *cuphea viscosa*.

IV. Escrezioni vischiose di scorze e foglie.

3093. **Escrezioni glutinose**, solubili nell'acqua, sarebbero quelle delle *primavere glutinose*.

3094. **Escrezioni vischiose**, insolubili nell'acqua, s'avrebbero quelle de' giovani rami di *robinia viscosa*, e una specie di *vischio* che ricavasi colla ebollizione e fermentazione dell'interna scorza dell'*agrifoglio*, e dalle bacche del *vischio*, e di alcune *cactee*. Nel castagno d'India e in molte altre specie d'alberi le gemme sono cosperse di materia vischiosa, che appunto colla sua poca o niuna solubilità nell'acqua, sembra destinata a guarentirle dall'umido. Il *cistus creticus* ed altre specie di cisti hanno le foglie e la corteccia coperte di materia viscida, nota sotto il nome di *ladanum* o *labdanum*. L'epidermide delle nuove messe di betulla trasuda una materia viscida ed odorosa ecc.

Un *intonaco viscido* protegge dall'acqua le piante acquatili più delicate che ne divengon lubriche.

V. Escrezioni cerose.

3095. Di **forfora biancastra** ricopronsi parecchie piante nel loro fusto, il *rubus occidentalis*, la scorza di molti salici, e soprattutto alcuni palmizi, onde la *cera di palma* che raccogliesi dal *ceroxylon*, palma rinvenuta dal BOUSSINGAULT sino a 3000 metri d'elevazione sul mare (1). Questa polvere cerosa, notevole sulle foglie dei *cavoli*, de' *mesembriantemi*, e molti altri vegetabili lisci, molli o carnosi, agisce come quella specie d'olio ch'intonaca la piuma dell'anitra e del cigno e le impedisce di bagnarsi. Abbonda sulle foglie di pioppo (2) e su

(1) BOUSSINGAULT. Ec. Rur. Ediz. cit. I, pag. 327. — Questa cera contiene due principii: uno fusibile sotto ai 100° C., coi caratteri della cera di api: l'altro con quelli della resina.

(2) Del 1770 in Italia abbondò in modo, che si tentò di fabbricarne cera. TOMPSON. Syst. de chim. IV, pag. 156.

quelle di molti altri vegetali senza offrire quell' aspetto di efflorescenza. Il PROUST scoprì la cera nel polline dei fiori, e nella fecola verde, o cromula di molte piante, in ispecie del cavolo. Nel bosso la rinvenne il FAURÉ, ed in molti frutti carnosi scorgesi agevolmente, soprattutto nelle prugne. I frutti poi della *myrica cerifera* (1) gettati nell'acqua bollente lasciano fondere e galleggiare cera per un nono del loro peso; e fannosi candele, che imbiancansi col *cloro*, perchè di color verdastro, onde distinguesi per questa ed altre particolarità dalla vera cera, e chiamasi *miricina* o *cera vegetale*. La cera dell'api ne contiene (2), ma unita alla materia chiamata *cerina*.

3096. Trovasi inoltre cera disciolta in *succhi proprii* nell'*asclepias gigantea*, nell'*albero di vacca* o *galactodendron*, e secondo MAC-CULLOCH negli olii di *rosa* e di *lavanda*. Infine la *canna da zucchero*, in ispecie la varietà paonazza, si ricopre d'una polvere verdognola fusibile a 82^0 C, di cui si fa la *cerosia*, e possono ricavarsene candele belle e buone quanto le steariche più preziose.

VI. Escrezioni diverse.

3097. **Escrezioni saline** offrono la *tamarix gallica*, la *reaumuria vermiculata*, e in generale, secondo lo SPRENGEL, le piante marittime.

3098. **Escrezioni zuccherine** rinvenne il JOEGER nella corolla del *rhododendron ponticum*, l'AITON nell'appendice concava della *strelitzia reginae* Il *fucus saccharinus*, lavato con acqua dolce ed esposto all'aria, si copre d'efflorescenza bianca che ha l'apparenza e il sapore dello zucchero, benchè sia pianta marina.

3099. La **manna** raccogliesi in Calabria, colando dalla scorza del frassino (*fraxinus ornus* ovvero *fraxinus rotundifolia*). Il TENORE afferma ricavarsi mediante artificiali incisioni: altri, in forza di punture di cicale (*cicada ornis*). Lo EHRENBERG descrivendo una varietà della *tamarix gallica*, da lui chiamata *mannifera* (*tarfa* del Monte SINAI) afferma sortirne la manna per opera dell'insetto *coccus manniparus* (3), causa d'eguale effetto nell'*alhagi maurorum*; come altro insetto del genere de' *psilli* a detta dell'HARDWICK fa stillare la manna da una specie di *celastrus* (4). Sotto nome di *manna* di BRIANÇON, raccolgonsi escrezioni graniformi da giovani messe del larice, nelle Alpi, e se ne trova sul salice bianco ed alcuni altri alberi. Mannite o zucchero di manna ha ricavato il VOGEL dal *sedano*, il MITONARD dalla scorza di granato.

3100. La **mannite** sarebbe adunque il prodotto d'un'*escrezione*. Il RUSPINI da BERGAMO seppe conseguirla in bellissimi e grossi cristalli, di sapore non dispiacevole. Il SOBRERO facendo agire sulla *mannite* la mescolanza di acido *nitrico* e *solforico* compose la *mannite nitrica* fulminante, che scoppia con estrema violenza percuotendola col martello. Importa poi conoscere la trasfor-

---

(1) *Cero della Luigiana*. V. BOSTOCK nel Giorn. di NICOLSON, IV, pag. 130. Da 5 libbre di frutti di myrica coltivata a CARLSRUHE, lo HARTWEG trasse 8 oncie e mezzo di cera. *Mag. fur pharm.* 1824, pag. 83.

(2) Secondo il JOHN circa 0, 8, e secondo il BOUDET e BOISSENOT 0, 30.

(3) *Linnaea* 1827, pag. 441.

(4) *Asiat. Research* 1822, V. XIV, pag. 184.

mazione in zucchero che il DAISSAIGNE conseguì dalle manne naturali mediante una spontanea fermentazione (1). Ho detto importante questa notizia perchè la manna del *frassino* e del *larice* contiene quasi un quinto del suo peso di *zucchero* di *manna*, che col processo DAISSAIGNE economicamente dovrebbe ridursi in zucchero comune.

VII. Escrezioni di nettarii ed organi sessuali.

3101. Dai **nettarii**, ghiandole de' fiori, sgorga un liquore melato detto *nettare*. Quello estratto dai fiori delle *rodoracee* è sospetto: tale sarebbe nell'*azalea pontica*, e forse nel *rhododendron ponticum* (2) nell'*andromeda mariana*. Invece quello fornito dalle *labbiate*, in ispecie, secondo l'OLIVIER, dai fiori di lavanda, vuolsi eccellente. Il rosmarino fornisce il miele bianco di NARBONNA.

3102. I *globuli del polline* esternamente mostrano un liquore talvolta viscido, talvolta oleoso, forse destinato a lubricare le parti, ed agevolare l'aderenza del *polline* sullo stigma. La fovilla sarebbe analoga allo sperma. Per converso lo stigma trasuda all'epoca della fecondazione umore alquanto viscido per fissare similmente i globuli del polline.

VIII. Succo dei frutti.

3103. Un **liquido acquoso**, acerbissimo, scorgesi ne' bacelli della *sophora japonica*, e d'alcune *gledistchie*: dolce e leggermente acido in quelli del *carrubo*, del *tamarindo*, di alcuni *ingas*: odoroso ed eccitante in quelli del *myrospermum*. I grani del *theobroma cacao* si circondano della materia oleosa e sapida ch'è il *butirro di cacao*.

3104. La **polpa de' frutti** giunti a maturità, venne rispetto a molti, analizzata dal BERARD (3), il quale vi ritrovò queste sostanze.

	Albicocco	Pesco	Ribes	Ciliegio	Prugne	Peri
Albumina e glutine .	0,2	0,9	0,9	0,6	0,5	0,2
Materia colorante . .	0,1	tracce	tracce	tracce	0,1	tracce
Tessuto vegetale . .	1,9	1,2	8,0	1,1	1,1	2,2
Gomma	5,1	4,9	0,8	5,2	2,1	2,1
Zucchero	16,5	11,6	6,0	18,1	24,8	11,5
Acido malico . . .	1,8	1,1	2,4	2,0	0,6	0,1
Acido citrico . . .	»	»	0,3	»	»	»
Calce	tracce	0,1	0,3	0,1	tracce	tracce
Acqua	74,4	80,2	81,3	74,9	71,0	83,0
	100	100	100	100	100	100

(1) Da questo fatto non risulterebbe acconciamente riposta la *mannite* tra i principii zuccherini non *fermentativi*, tra quali la descrive il BOUSSINGAULT, loc. cit., Tom I, pag. 278.

(2) « Credesi, dice il DECANDOLLE, che con questo rimanessero avvelenati i soldati di SENOFONTE a TREBISONDA ».

(3) BÉRARD. *Ann. de Chim. et de Phys.*, Tome XVI, pag. 225.

Parecchi altri Chimici, oltre le sostanze anzidette, vogliono si debbano comprendere nella costituzione chimica degli accennati frutti la presenza dell'acido pectico, dell'acido gallico, di qualche traccia d'olii volatili, e sali di potassa od altri acidi vegetali. Che se oltracciò l'altre materie trasudate per escrezione dai frutti venissero comparativamente analizzate, si farebbe luce per la scelta delle terre ed ingrassi alle diverse piante fruttifere, più convenevoli. Inoltre si conoscerebbero le specie più utili. Ad esempio nell'ALSAZIA si coltiva una qualità di susine o prugne dette *Quetchen*, colle quali si prepara l'acquavite detta *Quetchenwasser*: un ettolitro di cotali frutti produrrebbe qualche volta a KUTZENHAUSEN (nel basso Reno) sino a quasi 4 litri d'alcool puro. Ho citato questo fatto per confortare il benevolo lettore nel paziente studio di queste chimiche indagini, di per sè rilevando quanto possano riuscire di reale profitto.

IX. Escrezioni delle radici.

3105. Trasudano dall'estreme barbicelle della *viola arvensis*, durante la notte, gocciolette che il BRUGMANS discoperse piantandone nella pura sabbia entro vasi trasparenti. Questo die' mossa a scoprire piccoli grumi all'estremità delle radici della *euphorbia*, di molte *cicoracee*, della *scabiosa arvensis*, dell'*inula helenium*, delle *copaifere*, grumi che il PLENK chiamò feci de' vegetali (1). Il DECANDOLLE assicurò non esalarsi dalle radici sane alcun gas sotto l'acqua, nè alla luce nè all'oscurità. Il MACAIRE collocò piante di *chondrilla muralis* per vari giorni nell'acqua pura, ed esse le comunicarono odore d'oppio, e sapore amaro alquanto virulento. Ponendo fagiuoli colle loro radici immerse in fiala d'acqua durante il giorno, ed altri durante la notte, quest'ultimi in ispecie vi lasciarono materiali depositi d'escrezione.

3106. Dalle quali sperienze risultò che il residuo ottenuto nell'acqua da sì fatte escrezioni dava:

colle LEGUMINOSE, una materia analoga alla *gomma*, e *carbonato di calce*.
» GRAMINACEE, minimo deposito contenente pochissima *gomma*, e *muriati* e *carbonati alcalini* e *terrosi*.
» CICORACEE, abbondante escrezione bruna, amara, analoga all'*oppio*, contenente *tannino*, un estratto bruno-gommoso, e alcuni sali.
» PAPAVERACEE, come le *cicoracee*.
» EUFORBIE, materia *gommo-resinosa* bianco-giallastra, di sapore acre ec.

Dispose inoltre il MACAIRE una pianta di *mercorella annua* colle radici ben lavate, immergendone alcune in acqua carica d'acetato di piombo, e l'altre in acqua pura. Questa si rinvenne contenere di quell'acetato assorbito dall'altra parte di radici, e reietto dalla pianta. Altre piante vissute qualche tempo nell'acqua mista di calce, o di acetato di piombo, o di nitrato d'argento, o di sale marino, in deboli dosi, dopo ben lavate, riposte nell'acqua pura le radici, vi fecero escrezione della materia nociva che aveano assorbita.

Niun dubbio adunque sull'esistenza di vere deiezioni, ossia materie *escrementali* delle piante. E sin d'ora avverta bene l'agronomo che queste espellono

---

(1) *Physiol.* (Traduz. frances.), pag. 64.

i materiali o inutili o nocivi che insieme al succhio furono assorbiti dalle radici. Così il MACAIRE coll'esperienze citate il dimostrò ripetutamente, e il LINDLEY, ad esempio, cita piante di cicoria evacuanti nell'acqua sostanze amare. Come spiegare allora che piante secolari vivano ne' loro escrementi? La BOTANICA AGRARIA (LIBRO V) ne insegnerà che i vegetali si nutrono assorbendo la linfa o succhio coll'estremità sempre rinovellata delle loro radici, che incessantemente s'allungano come fanno l'estremità delle fronde. Quindi invadono sempre nuovo terreno. Nè si tema che le materie rigettate si confondano colle assorbite; perchè quelle vengono espulse per gli stomati esistenti nel tessuto corticale delle radici, e non dalle spongiole cui spetta l'opposito ufficio dell'assorbimento. Però coteste secrezioni escrementali, analoghe alle deiezioni animali, non formarono per anco adequato subbietto d'analisi chimiche, benchè molte volte, in ispecie nelle malattie delle piante, potrebbero servire di norma utilissima.

3107. Altre escrezioni avvengono per casi fortuiti o per disviluppo straordinario delle cellule superficiali, o per rottura del *nettario*; le gocciolette d'acqua che veggonsi agglomerate nelle cavità delle foglie, ed altre produzioni ed efflorescenze, non furono ancora abbastanza studiate per poterle ritenere quali vere *escrezioni*.

[6] Secrezioni recrementizie o succhi proprii.

3108. **Riassorbiti** i succhi proprii, agiscono come veleni. A stima del TREVIRANUS, le cellule formano questi succhi, e speciali vasi li trasportano o conservano. Distinguonsi poi dal DECANDOLLE le *secrezioni recrementizie* in succhi: 1° *lattiginosi*; 2° *resinosi*; 3° *olii volatili; 4° olii fissi.*

I. Succhi lattiginosi.

3109. **Tutte le specie** di una medesima famiglia, in generale o hannoli, o mancano di succhi lattiginosi. Il *caoutchouo, cutschiù* o gomma elastica, è succo proprio delle apocinee, l'*urceola elastica*, la *vahea madagascariensis*, delle euforbiacee *hevea guianensis*, delle artocarpee, *ficus elastica* ecc. Ma ne' climi non abbastanza caldi, pare che il *caoutchouc* non si formi. Il fico d'Italia, secondo il BIXIO, non ne contiene, benchè n'offrano tracce le papaveracee. Per ricavare il *cutschiù*, gl' Indiani fanno incisioni profonde sin sotto la scorza negli alberi che ne abbondano, in ispecie nelle foreste dell'Equatore. Il succo rimane fluido anche lungo tempo se ripongasi in vasi di legno ermeticamente chiusi. Esposto all'aria, in pochi minuti si coagula.

3110. **L'oppio** si ottiene facendo incisioni longitudinali nelle capsule del papavero, dopo caduto il fiore, e innanzi che maturi il frutto. Questo raccolto facea perdere quello de' semi: ma lo HARDY rilevò in ALGERI l'osservazione importante, confermata dall'AUBERGIER, che se l'incisione non penetri l'interno del pericarpio, i semi possono maturare, e rendere olio. Per adempiere a questo fine fa mestieri non coltivare il papavero bianco a semi neri, perchè in questa varietà il pericarpio è troppo sottile (1). L'oppio contiene molti principii non ancora

(1) AUBERGIER. Ann. de Chim. et de Phys. 3 Série, Tome XX.

ben determinati dai chimici; il più importante consiste nella morfina, il primo alcali vegetale scoperto dal SERTVERNER.

3111. Altre fatta di succhi latticinosi offre il regno vegetale: ne' tutti bianchi, perchè giallo-arancio, ad esempio, quello delle *chelidonie*, e d'alcuni *agarici*, rosso il succo della *sanguinaria* ecc.

Dopo gli studii del GREW, del WOLFF, del RAFN, del MOLDENHAWER, del VAN-MARUM, e posciachè il CORTI trovò molecole dotate di moto speciale natanti nel fluido acquoso delle cellule della *chara*, lo SCHULTZ rinvenne molecole agitate da analogo movimento ne' vasi di molte piante vascolari, ma in quelle in ispecie a succhio latticinoso. Questa circolazione però speciale, per non confonderla colla circolazione generale, dallo SCHULTZ si chiamò *ciclose*. L'AMICI l'attribuisce al calore; il KIELMEYER ad una speciale impulsione, al che aderisce lo SCHULTZ, aggiugnendo però che il movimento vien secondato dalla contrazione dei vasi (1). Invece il DECANDOLLE segue l'avviso del TREVIRANUS (2), che il movimento del *latex* esclusivamente dipenda dall'accennata contrazione.

3112. La **natura di questo succhio** sembrerebbe allo SCHULTZ escludere la qualità di succo speciale. In molti vegetali essendo trasparente, non vi si può scorgere il fenomeno della *ciclose*, ma esiste infinità di gradi tra il succo evidentemente latticinoso e il succo acquoso, e la stessa pianta a differenti epoche, o in diverse sue parti può contenere succo latticinoso senza che possa riconoscersi; tanto più che, oltre le osservazioni fatte sulle piante esogene, rinviensi la ciclose nelle endogeni, l'*alisma*, l'*arum*, la *calla* ecc.; tra le graminacee nel *maïs*; ed ogni fascio di vasi nelle endogene si compone in parte di vasi spirali, in parte di lattiferi disposti nel lato esterno dal fascio medesimo.

3113. Però molte obbiezioni s'affacciano, tra le quali l'osservazione che se il succo latticinoso fosse nutrizio, dovrebbe 1° trovarsi per tutta la pianta, e nel corpo legnoso non si rinviene; 2° non mancare in alcun'epoca della vita, mentre a stima del MAYEN, nelle piante molto giovani non esiste. Quindi il TREVIRANUS, il DECANDOLLE ed altri lo ripongono tra le secrezioni recrementizie.

3114. Il **latte vegetale** merita pure speciale menzione. Io so bene che gli agronomi dedicati ai presenti studii, difficilmente avranno che fare col *Palo de leche*, ossia *Albero della vacca*, e fors'anco d'altre nozioni del presente CAPITOLO. Tuttavia si vorrà riflettere che altri scrittori georgici e chimici consacrano a questo subbietto interi volumi, anzichè succinti Capitoli come il presente, e nella sua Economia Rurale il BOUSSINGAULT, soltanto alla costituzione chimica de' vegetali consacra 491 pagine. Io ricordo in questo luogo il latte vegetale, perchè offre una delle produzioni vegetali più singolari, e per la sua somiglianza col latte animale, essendo solamente alquanto più vischioso. La sua composizione risulterebbe

Fibrina, albumina vegetale	3,73
Cera, resina, principii solubili, sali	23,41
Acqua	72,86
	100,00

(1) *Bibl. Univ.* Novembre 1827.
(2) *Zeitschrift fur physiologie.* HEIDELBERG 1823.

Gli abitanti delle Cordigliere lo beono tal quale sgorga dall'albero, di cui hannovi più varietà, il *galactodendron dolce* dell'HUMBOLDT, forse il *clusia galactodendron* del DESVAUX ecc. Anche il succo latteo del *corica papaya* conterrebbe un principio animale per affermazione del VAUQUELIN (1), verificata dal BOUSSINGAULT nel suo viaggio al CARACAS. Tutti questi fatti confortano l'opinione (per mia stima esagerata) di moderni e celebri chimici, i quali pretendono incapace la macchina animale di produrre alcuna sostanza, traendo tutte quelle che possiede dal regno vegetale.

II. Succhi resinosi, gommo-resinosi ecc.

3115. Negli **organi fogliacei** e **corticali** trovansi principalmente i *succhi resinosi*, benchè se ne rinvengano eziandio nel legno, ed anche nella midolla del *pino*. Raccolgonsi intaccando la corteccia con fenditure pel lungo, e l'esperienza dimostra che scendono dall'alto, e la piuppar(e per la scorza. Nello stato naturale non verrebbero espulsi che colla separazione delle scaglie di corteccia che invecchiata rinnovasi con più giovani strati. Quindi in parte scendono verso le radici, e quivi alimentano l'escrezioni addietro studiate. Questi succhi sono poco noti, in ispecie pel metodo difettoso di analizzarli (2).

Le **resine** proprie provengono dai succhi resinosi ove trovansi poche materie gommose, scarsa quantità d'olio volatile, e nulla d'*acido benzoico*; ne offrono principalmente le scorze delle terebintacee, delle conifere ecc.

Le **gommo-resine** compongonsi di resina e d'olio essenziale tenuto in sospenso nell'acqua carica di gomma ecc.

I **balsami** sono resine che forniscono porzione d'acido benzoico; ora liquidi, tali l'*opobalsamum*, lo *stirace*, i balsami di TOLU, di *copahu* e del PERÙ; ora solidi, come il *benzuino*, lo *storace* e il *sangue di drago*. Ricavansi dalle scorze e cime di alberi delle famiglie *terebintacee*, *leguminose*, *stiracee* ecc.

Resinoidi potrebbero chiamarsi la *gajacina* ch'estraesi col calore dal *gajaco officinale*. La *sarcocolla* si presenta in piccoli globuli nella scorza della *penoea sarcocolla*, ed è rinvenuta dal RICORD-MADIANA anche nelle bacche dell'*acacia farnesiana*; materie gommo-resinose si ricavano dalla *glycyrrhiza*, dall'*atractylis gummifera* ecc.

3116. La **pece colofonia** interessa l'agronomo, quale ricco prodotto del pino, in ispecie del *pinus maritimus*. Il succhio resinoso del pino contiene resina solida ed olio essenziale di terebentina. Il BOUSSINGAULT calcola che nelle LANDE un ettaro di terreno coperto da 180 pini (di circa 25 a 30 centimetri di diametro l'uno per l'altro) renda chil. 500 di ragia liquida, e chil. 180 di resina concreta; onde per ettaro un prodotto di 115 lire, da cui dedotte 50 lire di spesa, si realizza il profitto netto di lire 65 per ettaro (3).

---

(1) VAUQUELIN. Ann. de Chim. (I.e Série), Tom. XLIX, pag. 219.

(2) ..... *à l'exception d'un petit nombre, on les étudie après que l'évaporation leur a enlevé une partie qui peut être de l'eau, mais qui pourrait bien être mêlée d'huile volatile.* DECANDOLLE, *Physiol.*, loc. cit., I, pag. 276.

(3) BOUSSINGAULT, loc. cit., pag. 321-325.

5117. La **composizione chimica** delle sostanze resinose può dedursi dal seguente prospetto in cui si comprendono alcune delle principali.

RESINE	Carbonio	Idrogeno	Ossigeno	Chimici analizzatori
Copahu	79,3	10,1	10,6	ROSE
Colofonia	79,3	10,1	10,6	BLANCHET
Principio cristallizzabile della *colofonia* (1)	79,7	9,8	10,5	TROMMSDORFF
Principio non cristallizzabile della medesima	79,3	10,3	10,4	ROSE
Elemi	79,3	10,3	10,4	ROSE
Balsamo del Tolu	68,4	6,3	25,3	DEVILLE

Oltre gli usi più comuni delle resine, se ne traggono per distillazione varii prodotti assai composti; sviluppano *gas carbonati*, che abbruciando con fiamma vivacissima possono servire di gas d' illuminazione.

III. Olii essenziali o volatili.

5118. Le **proprietà** più volgari degli olii essenziali consistono nell'odore e sapore più o men energico; nell'essere poco solubili nell'acqua colla quale si distillano; nel volatilizzarsi pel calore senza decomporsi. Trovansi in cellule o ghiandole per solito nelle foglie; talora però ne' *sepali* del calice, come nell' *hypericum*; più di rado ne' *petali*, come nell'arancio, o ne' frutti di molte *rutacee* o *aurantacee*. La piupparte degli olii volatili de' semi, olio d'*anice*, di *pepe* ecc. derivano dal pericarpio, non dai grani, da cui qualche volta come nella *noce moscada*. La canfora sarebbe lo *stearopton* dell'olio essenziale di diversi lauri.

5119. Gli **olii essenziali** hanno di comune coi *fissi*, l'insolubilità nell'acqua; la solubilità nell'*etere* e nell'*alcool*; l'infiammabilità. La *distillazione* offre il mezzo più agevole e comune per estrarli dalle piante. Mentre quasi tutti questi principii volatili sono liquidi e più leggeri dell'acqua, riesce osservabile quello anzidetto della canfora, perchè solido. Nell'Oriente ripongono brucioli di *laurus camphora* nelle storte di ferro fornite di capitello di terra, insieme con corde di paglia di riso, ove la canfora si condensa nello stato di polvere grigia; così spedita in Europa vi si raffina mediante la sublimazione.

IV. Olii fissi o grassi.

5120. **Rinvengonsi** quasi sempre nell' interno de' grani, e sembrano nell'atto della germinazione convertirsi in emulsione a nutrimento della nuova pianticella con ufficio analogo a quello del grasso negli animali. Fuori dell'interno dei grani, pare non se ne rinvenga in quantità notevole che nel pericarpio dell' o-

(1) La *colofonia*, oltre il principio cristallizzabile, *acido silvico*, e il non cristallizzabile, *acido pinico*, conterrebbe una terza resina *acido pimarico*. V. REGNAULT, loc. cit., pag. 361.

live (1). Su 100 parti in peso, lo Schübler e Bentsch ne stabiliscono la seguente proporzione in diversi semi, cui aggiungo l'*arachide* e la *madia*.

Nocciuola . . .	60	Rapa d'inverno .	33
Crescione . . .	56 a 58	» d'estate . .	30
Oliva (2) . . .	50	Guado	30
Noce	50	Camelina . . .	28
Papavero . . .	47 a 50	Madia sativa . .	26
Mandorla . . .	46	Canapuccia . . .	25
Arachide . . .	45	Abete	24
Euforbio *latyris* .	41	Lino	22
Colza	39	Senape nera . . .	18
Senapa bianca . .	26	Girasole	15
Tabacco	32 a 36	Vinacciolo . . .	5 a 18
Prugna	33	Castagna d'India .	8

3121. **Materie grasse** si chiamano generalmente dai chimici tutte l'*oleose*, liquide o solide: e quelle analoghe alla *cera vegetale*. Insolubili nell' acqua, si sciolgono sensibilmente nell'*alcool*, e maggiormente nell' *etere*. Cogli alcali si tramutano le sostanze oleose neutre in *principii acidi*, e con altri procedimenti trovati dallo Scheele se ne trae inoltre un principio *dolce* chiamato *glicerina*. E siccome col saponificare certi corpi grassi si ottengono tre acidi particolari, lo *stearico*, il *margarico*, e l'*oleico*, quindi poi considerano le materie grasse quali combinazioni della *glicerina* agente, con funzioni di base, cogli acidi particolari. La *stearina*, ad esempio, sarebbe l'unione della *glicerina* coll' *acido stearico*.

Gli *olii*, pel calore, subiscono profonde modificazioni: sembrano poi chiusi nel tessuto vegetale sotto forma di gocciolette: e sì vi aderiscono, che il Boussingault facendo bollire nell'acqua semi di *colza* contenenti il 50 per 100 d'olio, ed anche semi di *madia*, non potè veder traccia di materia oleosa galleggiare alla superficie dell'acqua. L'opinione del Dumas e Boussingault che ne' semi l'olio sia destinato a disviluppare calore abbruciando nell'atto del germogliamento, sarebbe appoggiata da sperienze fatte col Letellier. Avendo posto a germogliare semi di *colza* e di *madia*, la di cui materia oleosa era determinata col mezzo dell'etere, esaminati a due epoche di germogliamento, riconobbero essersi consumata notevole proporzione della materia oleosa.

Ecco i risultati dell'esperienze:

			Colza	*Madia*
1	grammo	di semi prima di germogliare conteneva, olio	0,50	0,41
1	»	germoglianti . . . . »	0,45	0,39
1	»	dopo il germogliamento . . . . . . »	0,28	0,18

(1) Se ne rinvenne però fin dal tempo del Mattioli qualche traccia nel pericarpio del *corniolo* sanguigno.

(2) Nell'oliva 100 libre ne danno 32, di questo modo; il pericarpio 21, la mandorla o seme 4, il nocciuolo 7. Ma la mandorla in 100 libbre pesa solo 7 libbre, quindi dando 4 libbre d'olio sorpassa il 50 per cento.

Ma ciò non prova se siasi abbruciato, o passato sott'altre forme e combinazioni ad alimento del nuovo germoglio, siccome accade di tutte le sostanze de' cotiledoni, polpe di frutti, di tuberi ecc.

5122. La **fabbricazione dell'olio**, di cui altrove (LIBRO XXX) si migliora la mercè del processo chimico inventato dal THÉNARD, e perfezionato dal DUBRUNFAUT. Estratto coi soliti mezzi, se ne riempie una botte per metà, introducendovi *acido solforico* concentrato, nella quantità del 2 per 100 del peso dell'olio, agitando la massa finchè acquisti aspetto verdastro. Dipoi le materie alterate dall'acido cominciano a depositarsi, ed allora cautamente vi si aggiugne creta stemperata in densa poltiglia finchè colla carta tinta di tornasole si rileva saturato l'*acido solforico* (§ 2782). Dopo ulteriore riposo si cava l'olio pel foro inferiore della botte, e si ripone in tinozze a fondo pertugiato guernito di cotone o di lana per feltrarlo, ovvero riponesi egualmente in tini con entro 50 chilogr. di panello o sansa per 6 ettolitri d'olio. Nel primo caso quel feltramento è lungo e indaginoso. Nel secondo caso si agita il miscuglio per 20 minuti, e si lascia in riposo per otto o dieci giorni, dopo il qual tempo si cavano, e travasano circa quattro ettolitri d'olio limpidissimo, che si sostituiscono con egual quantità del torbido preparato coll'acido solforico nel modo anzidetto. Passati tre giorni si cavano altri 4 ettolitri, e così via dicendo finchè coi 50 chilogr. di sansa siensi chiarificati presso a 200 ettolitri d'olio (1). Aggiungo alcuni prospetti interessanti anche per la pratica, per interrompere eziandio la monotonia di queste indagini.

PROSPETTO *di produzione d'olio.*

5123. **Piante coltivate.**

		Ricolto di un ettaro in			Proporzione su 100 di semi	
		Semi	Olio	Sansa	Olio	Sansa
Invernegne	Colza . . .	Chil. 2400	Chil. 955	Chil. 1300	40	54
	Giuliana . .	» 1925	» 330	» 1400	18	73
	Rapa . . .	» 2100	» 300	» 1312	33	62
	Rubataga . .	» 1950	» 650	» 1216	33	62
	Cavolo frang .	» 2100	» 700	» 1312	33	62
	Cavolo rapa .	» 1867	» 617	» 1136	33	61
Marzaiuole	Camelina . .	Chil. 2187	Chil. 595	Chil. 1575	27	72
	Girasole . .	» 2000	» 300	» 1000	15	80
	Lino . . .	» 1950	» 420	» 1350	22	69
	Papavero bianco	» 1312	» 612	» 687	44	52
	Canapuccia .	» 1000	» 250	» 700	25	70
	Rughetta . .	» 1500	» 450	» 975	30	65

Questi risultati furono ottenuti dal GAUJAL in Francia (Seine et Marne) (2), e sono di rendita maggiore di quelli conseguiti dal DOMBASLE, cioè

(1) DUMAS, Traité de Chimie, Tome VI, pag. 623.
(2) *Ann. de l'Agric. Franc.* 1 Série. Tom. XLI.

Piante oleifere	Prodotto per ettaro in Semi	Olio
Colza invernegno . . .	Chilogr. 1428	Chilogr. 428
Rape d' inverno	» 1088	» 392
Colza marzaiuolo . . .	» 910	» 300
Rape marzaiuole	» 816	» 237
Papavero	» 957	» 373
Lino	» 804	» 169
Camelina	» 1038	» »

3124. Il metodo d'estrazione dell'olio influisce tanto, che il BOUSSINGAULT ha ricavato

	OLIO Prodotto dall'estrazione	Rilevato dall'analisi
Su 100 chil. di *colza* . . .	Chil. 40. 81	Chil. 50 —
» 100 » di *madia* . .	» 26. 24	» 41 —

Laonde osserva egli con ragione che se le sanse rimanendo così ricche d'olio si danno al bestiame, non vi ha grave discapito: ma vi ha perdita reale per chi se ne serve d' ingrasso al terreno. Per questo motivo esposi nel § 3123 il provento medio in olio delle varie semenze oleifere. Terminerò coll'esposizione del medio provento dell'olivo a norma della sua età, secondo i calcoli del GASPARIN, desunti dalla sua ordinaria coltivazione nella FRANCIA.

PROSPETTO DELL'OLIO di olivi secondo l'età loro (1).

Età dell'Olivo	Medio provento in olio	Età dell'Olivo	Medio provento in olio
Anni 11	Litri 0,35	Anni 24	Litri 0,90
12	0,39	25	0,97
13	0,41	26	1,04
14	0,47	27	1,11
15	0,51	28	1,18
16	0,55	29	1,25
17	0,59	30	1,32
18	0,63	31	1,39
19	0,67	32	1,46
20	0,71	33	1,53
21	0,75	34	1,59
22	0,79	35	1,66
23	0,83		

(1) GASPARIN. Mem. d'Agric., Tom. II, pag. 424. Ma convien notare che nello spazio di 112 anni dal 1709 al 1821 gli oliveti in FRANCIA perirono tre volte pel rigore del verno, cosicchè la loro media vita non sorpasserebbe gli anni 37.

5125. La **Produzione media**, infine, d'un ettaro coltivato a piante oleifere viene così determinata dal BOUSSINGAULT (1):

Piante oleifere marzaiuole . . .	Chilogr.	560	d'olio
Piante oleifere invernegne . . .	»	600	»
Olivi del mezzogiorno d'EUROPA . .	»	600	»
Olivi di FRANCIA	»	426	»
Palmizj d'AMERICA (2)	»	900	»

5126. Opinò il DAVY che la quantità di materia nutritiva de' vegetabili dee misurarsi dalla materia solubile nell'acqua (3). Così escluderebbesi l'*olio fisso* e la *fecola*. I quali materiali vengono riassorbiti perchè certamente divengono solubili: ma nel loro stato di natura non essendolo, rimarrebbero trascurati come insolubili nel calcolo del chimico. Quindi anche questa dottrina chimica dimostra che i misteri dell'organismo non si possono con soli riflessi chimici o fisici che poco o punto conghietturare.

Principii saponacei contiene la radice di *saponaria officinale*, e la *quillaia smegmadermos*; anche il seme di *laurus persea* contiene un *sapone vegetale*.

[7] Secrezioni locali stabili.

5127. **Secrezioni fisse** potrebbero chiamarsi quelle non mai reiette naturalmente, nè per caso, e conservate dal vegetabile nel loro posto. Questi *materiali immediati* così detti, possono distinguersi in *acidi*, *azotati-neutri*, *alcaloidi*, *resinosi*, oltre i principii astringenti e i coloranti.

I. Acidi.

5128. **Acidi vegetali** chiama il chimico quelli in cui l'*ossigeno* è unito a doppia base, il *carbonio* e l'*idrogeno*. Ma tali pur sono l'*oleico*, il *margarico*, lo *stearico*, il *lattico*, il *butirrico*, prodotti dal regno animale, e il *mellitico* derivante dal minerale. Oltracciò s'escluderebbero dagli acidi vegetali quelli in cui entra azoto, come l'*aspartico*, l'*idrocianico* ecc. Infine altro deve ritenersi un acido vegetale, ed altro quello che non trovasi nel vegetale vivente, quantunque sia artificialmente tratto dal vegetale organismo. Così l'*acido succinico* non esiste nelle piante in vita, e il *canforico*, il *mucico*, l'*amilcio*, il *pirotartarico*, il *suberico* ecc. non sono che prodotti artificiali.

5129. Le **proprietà degli acidi vegetali**, oltre le comuni a tutti gli acidi, sono: attitudine a cristallizzare, maggiore o minore deliquescenza, solubilità nell'acqua, e per la piupparte nell'alcool, e per quasi tutti facile scombinazione nell'*acido nitrico*; e si distinguono in *idrocarbonati*, *surossigenati*, *suridrogenati e azotati*. Il lettore comprende già il significato di coteste espres-

(1) *Econ. Rur.*, loc. cit., Tom. I, pag. 519.
(2) L'olio di palma recato in INGHILTERRA nel 1817 non trapassava chilogr. 72,000: e nel 1836 ne ascendeva l'*importazione* a più di 32 milioni.
(3) H. DAVY, *Elem. di Chim. agr.*. LEZIONE III.

sioni: ma non deve dimenticare che i chimici distinguono i principii immediati de' vegetabili in tre categorie, cioè come s'avvertì: 1° in quella contenente le sostanze organiche in cui l'*ossigeno* entra in proporzione maggiore di quella necessaria per produrre l'acqua combinandosi coll'*idrogeno* del medesimo corpo; 2° in quella ove l'*ossigeno* e l'*idrogeno* appunto si ritrovano nella rispettiva dose convenevole alla produzione dell'acqua; 3° infine in quella comprendente le sostanze in cui l'*idrogeno* trovasi in eccesso rispetto alla dose o proporzione accennata. Ora in quest'ultima ammettono eziandio le sostanze contenenti *azoto*: laddove la distinzione del DECANDOLLE che mi serve di guida, classifica gli acidi vegetali di certa guisa secondochè si presenta in eccesso l'uno de' quattro metalloidi: 1° *carbonio*, 2° *ossigeno*, 3° *idrogeno*, 4° *azoto*.

3130. I. **Acidi idrocarbonati**: il *gallico*, l'*ulmico* o *ulmina*. L'*acetico* apparterrebbe ai *surossigenati*.

Il *gallico*, dalle galle della quercia, trovasi sempre col tannino; rinviensi anche in parecchi frutti di monocotiledoni, ad esempio, l'*arec-betel*, nelle foglie della *coriaria myrtifolia* ecc.

L' **ulmina** deriva da un trasudamento morbido dell'*olmo*, onde il nome, e vuolsi rinvenuta nelle scorze di *pino*, di *chincona*, di *quercia*, di *carpine*, di *castagno d'India*, di *simarouba*. Il BOULLAY l'ha trovata nel terriccio, nella terra d'ericeti, nella terra d'ombra, nella torba, nel letame, ed in generale nelle materie legnose o corticali in decomposizione. Questa materia, detta poi collo SPRENGEL *acido umico*, sarebbe perciò un prodotto per così dire nosologico? Allo stato di purezza e secco è nero, poco sapido, senz'odore e insolubile nell'acqua, solubilissimo nell'alcool, nell'acido solforico concentrato, nella potassa, nella soda, nell'ammoniaca, ed a caldo nell'acido acetico; e l'acqua lo precipita dalle sue dissoluzioni. Chiamato acido ulmico perchè combinasi con tutte le basi salificabili, non ha nè il sapore acido, nè arrossa la tintura azzurra vegetale, nè contiene ossigeno sovrabbondante, ma solo acqua e carbonio. Con poco alcali si trasforma in ulmato assai solubile nell'acqua: onde unendosi colla calce, l'ammoniaca o la potassa, divien solubile ed alimento alle piante, come lo dimostra la sua analogia di costituzione colle altre materie nutrizie, la gomma, la fecola ecc.

3131. II. **Acidi surossigenati**, cioè contenenti più acido che non occorre per saturar l'*idrogeno*, riscontransi assai numerosi nel regno vegetale.

L'*acetico*, il più frequente ne' vegetabili in vita, riscontrasi nel succhio di quasi tutte le piante, in certi frutti ecc.

Il *malico*: 1° in quasi tutti i frutti polposi, sorbole, pruni, pomi e più abbondante prima dell'assoluta maturità; 2° allo stato di *malato acido di calce* nel succo di *semprevivi* e di *sedano*; 3° nel succo di *ananas* (ADET); 4° nel polline del *dattero* (FOURCROY); 5° misto con altri acidi nella polpa di *tamarindo*; 6° misto ad acido ossalico nell'escrezioni dei peli del *cece*; 7° nella radice del *cyperus esculentus*; 8° nella gomma resina, detta *ladanum*; 9° nella corteccia di Levante.

L' *acido citrico*; ne' frutti delle *auranziacee*, del *vaccinium oxycoccos* e *vitis-idæa*, del *cerasus padus*, della rosa ecc.

L'*acido pectico*; ne' tuberi della *dahlia*, del *topinambour*, nel caule del-

l'*equisetum fluviatile*, nelle radici di *rapa*, di *carota*, di *scorzonera* ecc.: negli strati interni della scorza degli alberi esogeni, frutti, grani, steli e foglie di moltissime piante erbacee (v. § 3079).

L'*acido reico* o *reumico* (ANDERSON): nel succo de' fusti del reobarbaro.

L' *acido kramerico* (PESCHIER), il *ginckoico* (PESCHIER), il *glaucico* (RUNGE) sono meno comuni, benchè l'ultimo trovisi nella *scabiosa suciosa*, nelle *dipsacee*, *composte*, *caprifogliacee*, *ombellifere* e *plantaginee*.

L'*acido lichenico* ottenuto dal PFAFF nel lichen d'Islanda, è analogo al *boletico*.

L'*acido selinico*, dal *selinum palustre* (PESCHIER).

Questi sono i principali acidi che rinvengonsi liberi nelle piante viventi. I seguenti si trovano in natura soltanto in istato di combinazione.

L'*acido ossalico*, benchè trasudi dai peli del *cicer arietinum*, d'ordinario rinviensi in istato di sale, quindi l'*ossalato di calce* nelle radici o rizomi della *saponaria*, *dittamo bianco*, *ononis*, *tormentilla*, *appio*, *finocchio*, *curcuma* ecc.; l'*ossalato di potassa* nel succo di *banano*, ossia fico d'Adamo: il *biossalato di potassa*, o sale d'acetosa nelle parti fogliacee del *rumex acetosa* ed *acetosella*, dell'*oxalis acetosella* ecc.

L'*acido tartrico* — nell'uva ove ha nome di tartaro, nella polpa di *tamarindo* (VAUCQUELIN) nelle bacche del *sumacco* (TROMSDORF).

L'*acido equisetico* — nell'*equisetum fluviatile* (BRACONNOT).

L'*acido morico* o *moroxylico* — in combinazione colla calce sulla scorza del gelso bianco.

L'*acido kinico* — unito alla calce nella scorza di chinachina.

L'*acido meconico* — combinato colla *morfina*, nell'*oppio*.

L'*acido igasurico* — nella *ignatia amara*, o fava di s. Ignazio, unito alla *stricnina*. Trapasso molti altri.

Inoltre acidi non vegetali, ma frequenti nelle piante, sono:

L'*acido fosforico*, che misto coll'acido malico si trova nel castagno d'India (VAUCQUELIN), ne' fiori del *verbasco* (MORIN), nello sprone de' cereali, ne' bulbi di cipolle, nelle radici della *peonia*; in istato di *fosfato di calce* nel succo di *chelidonia* (CHEVALLIER), ne' grani di *senape nera* (THIBIERGE).

L'*acido idroclorico* o muriatico: nelle foglie di *guado*: allo stato di muriato di magnesia nella scorza di cannella bianca.

L'*acido carbonico* forma come la base della vegetazione, ma differisce dagli acidi vegetali perchè privo d'idrogeno: però l'acido *ossalico*, l'*amilico* e il *croconico* lo sembrano egualmente, e formano una classe a parte d'acidi vegetali binarii.

3132. III. **Acidi suridrogenati**, cui forse appartengono tutte le resine.

Acido *abietico*, *pinico*, *silvico* — sono resine d'abete, di pino ecc.

Acido *benzoico* — ne' balsami, nella vernice della China, secondo il VOGEL, ne' fiori di *meliloto*, dell'*holcus odoratus*, e dell'*anthoxanthum odoratum*.

Acido *kahincico*, principio amaro della radice di cainca ossia *chiococca anguifuga*.

Acido *focenico*, nelle bacche del *viburnum opulus* (1).

(1) Trovasi nell'olio del *delfino*, del *porco marino*. CHEVREUL, Leçons de Chim. Tinct. XX, pag. 53.

Acido *stearico*, ne' semi di *mango* (*mangifera indica*) (1).

3133. IV. **Acidi azotati.**

Acido *idrocianico*, ossia *acido prussico*: nelle foglie di *lauro ceraso*, di *pesco*, di *mahaleb*, nelle grucce di *mandorle amare*, di *ciliegia* (*cerasus avium*), di *pesche*, di *albicocchi*: ne' petali e nelle giovani scorze del *pesco*. Quindi sarebbe limitato nella tribù delle *rosacee-amigdalee*.

Acido *aspartico*: ne' giovani getti di *sparagi*.

Acido *fungico*: libero nel fungo *peziza nigra*; unito alla potassa nel *boletus juglandis*.

II. Materie azotate o albuminoidi.

3134. **Sostanze albuminoidi** si chiamano in genere dai chimici le sostanze vegetali contenenti *azoto*. Si offrono in istato solido, e risultano

I. *Insolubili* nell'acqua: il *glutine*.

II. *Solubili* nell'acqua: l'*albumina*, il *caseo vegetale*, e la *legumina*.

Praticamente si riconoscono coll'aiuto del calore che le decompone con disviluppo d'odore di penna abbruciata. Diseccate a dovere si conservano indefinitamente; ma sotto l'influenza dell'aria e dell'umidità marciscono, e la loro putredine si carica d'animalucci microscopici.

3135. **Proteina** vien detta una sostanza estratta dalle anzidette, e riguardata qual principio essenziale delle medesime; da cui separasi in flocchi grigii con odore di *acido solfidrico*, col discioglierle nella *potassa* o nella *soda caustica*. Secondo il MULDER, inventore della *proteina*, si comporrebbero

La sostanza del *cacio* di 10 equiv. di *proteina* aggregati ad 1 di *solfo*
» *glutine* 10 detti . . . . 2 detto
La fibra animale e chiaro d'ova 10 detti . . . . 1 di *solfo* e di *fosforo*.

La *proteina* chimicamente si rappresenta colla formola $C^{36}H^{25}Az^{4}O^{10}$. Però il LASKOWSKI l'ammette siccome *prodotto* della scomposizione degli *albuminoidi*, ma non interamente *dissolforato*. Arroge che lo stesso MULDER, altre volte le assegna la formola $C^{40}H^{30}Az^{5}O^{12}$.

Albumina.

3136. **Coagulata** o **disciolta** rinviensi l'*albumina* forse in tutte le piante (2) nel primo stato entro i loro tessuti: nel secondo, ne' liquidi circolanti pe' loro vasi. Dalle piante, a stima de' chimici, la traggono gli animali ne' quali il siero di sangue e il bianco dell'uovo constano essenzialmente di soluzione di *albumina* nell'acqua. Secondo il MIALHE e il PRESSAT, l'*albumina* sarebbe insolubile, e si *fluidificherebbe* ne' liquidi in istato di gonfiamento, come la *gomma*, il *glutine* ecc.

---

(1) Abbondantissimo nel regno animale.

(2) Si riscontra ne' semi di piselli, di fave, di mandorle dolci, di caffè, di maïs, di riso, di vena, ecc.

Glutine.

3137. Da un pizzico di **farina di frumento** impastata coll'acqua, se si lavi sopra un pannolino di mussola steso sulla bocca di un bicchiere, come accenna per un piccolo esperimento la figura **768**, discende nel vaso l'acqua lattiginosa, trascinando con seco l'*amido* traverso la mussola: al disopra rimane il *glutine*, principio sì analogo ad altri d'origine animale, che da prima venne chiamato *vegeto-animale.*

Fig. 768.

Un fatto veramente nuovo viene segnalato dal MILLON sulla quantità di glutine contenuta in diverse specie di frumento. Mi limito ad indicarne le principali (1).

1. Frumenti raccolti presso LILLA; Glutine secco;	grano tenero di Spagna.	per 100	9,9
2.	grano d'Inghilterra . . .	»	6,0
3.	grano detto del miracolo . .	»	12,3
4. Frumenti raccolti presso ALGERI;	grano tenero . . .	»	4,8
5.	altro simile . . .	»	0,0
6.	grano duro del MITIDJA . .	»	16,16
7. Frumento d'ODESSA;	grano duro	»	17,40

La ricchezza in glutine del n° 6 e 7, confrontata colla mancanza assoluta del n° 5, porge meraviglia, benchè sia da calcolare la compensazione dell'*amido*, come nel § seguente tornerà rimarcabile.

3138. **Fecola** e **glutine** costituendo i principii eminentemente nutrizii, l'agronomo dee conoscerne la quantità prossimamente contenuta nelle piante coltivate.

	Fecola per 100	Glutine per 100	Autori delle analisi	Totale delle due sostanze
Frumento	74,5	12,5	PROUST .	87 —
id.	68 —	24 —	VOGEL .	92 —
id.	77 —	19 —	DAVY . .	96 —
id. marzaiuolo. .	70 —	24 —	id. . .	94 —
Spelta	74 —	22 —	VOGEL .	96 —
Orzo (di Norfolk) . .	79 —	6 —	DAVY . .	85 —
id.	87 —	3 —	VOGEL .	90 —
Segala (di Suffolk). .	61 —	5 —	DAVY . .	66 —
Avena	59 —	6 —	id. . .	65 —
id.	59 —	—	VOGEL .	59 —
Riso (della Carolina) .	83,07	5,60	id. . .	88,67

(1) MILLON. *De la Composition des blés.* Compt. Rend. de l'ACAD. des SCIENCES (16 Janv. 1854).

Riso (del Piemonte) .	83,80	5,60	id. . .	87,40
Maïs o granone . . .	80,92	—	BIZIO . .	80,92
Piselli	32,95	14,58	EINHOFF .	47,53
Fava	34,—	10,70	id. . .	44,70
Fagiuoli	46 —	22 —	id. . .	68 —
Lente	32 —	36 —	id. . .	68 —
Saraceno	52,29	10,47	ZENNECK .	62,76

A questi dati soggiugnerò pochi riflessi, ma importanti, mentre il leggitore sagace non avrà trascurata la comparazione del presente prospetto con quello offerto al § 3080.

I. Analisi fatte da chimici più recenti offrono differenze sensibili.

II. Il *glutine* de'*piselli*, *fave*, *fagiuoli*, *lente* e *saraceno*, in somma delle piante non appartenenti alle *cereali*, è diverso dal glutine di quest'ultime, e non suscettivo a far pane.

III. Le proporzioni sia tra loro, sia rispetto al peso totale de' semi o delle farine, variano in ragione dell' alimentazione ricevuta dalla pianta. Lo HERMBSTAED (1) venne guidato dall'esperienza a dedurre i seguenti risultati sulla proporzione d'amido e glutine contenuto nel frumento coltivato con questi ingrassi:

Frumento	Amido	Glutine	Totale
Ingrassato con *orina umana* .	39,30	35,10	74,40
» *sangue di bue* .	41,30	34,24	75,54
» *escrementi umani.*	41,44	33,14	74,58
» » *di capra* .	42,43	32,88	75,31
» » *di cavallo.*	61,64	13,68	75,32
» » *di piccioni*	63,18	12,20	75,38
» » *di vacca* .	62,34	11,95	74,29
» *terriccio* . . .	65,94	9,60	75,54
Senz'alcun concime	66,69	9,20	75,89

Dove s'avrà da riflettere:

1° Compensarsi la diminuzione del *glutine* coll'aumento dell'*amido*.

2° Il *glutine* abbondare quanto più gl'ingrassi sono *azotati*, ma con eccezioni che i chimici non sanno spiegare, ed infirmano l'assoluta loro teoria dell'onnipotenza dell'*azoto*. Infatti gli escrementi di cavallo contengono il 5,5 per cento d'*azoto*; quelli di piccioni l'83 ecc. (2).

3° Il *glutine*, secondo il DAVY, abbonda ne' paesi meridionali, mentre il MILLON (§ 3137) ne dimostra frumenti di paesi caldi, mancanti di *glutine*.

4° Il *glutine* del frumento è diverso da quello dell'orzo, e via dicendo. Ciò si dimostra dall'avere lo stesso HERMBSTAED proposto di chiamare *triticina*, *secalina*, *orzeina* ed *avenaina* (3) le varie sorta di *glutine*.

(1) *Bulletin des Sciences Agricoles*, VII, pag. 162.
(2) PAYEN et RICHARD. *Précis d'Agriculture*. Tom. I, pag. 44.
(3) Ann. d. landwirthsch. V. XXII, pag. 1. V. *Bullet.* citato XIII, pag. 217.

Caseina.

3139. La **caseina** non è sempre esattamente determinata dai chimici. Ad esempio, nella composizione del latte di vacca, il DOYÈRE trovò l'*albumina*, e il GIRARDIN l'avea pure rinvenuta, e ne constatò l'esistenza nel latte normale, non essendosi per lo innanzi conosciuta, perchè confusa colla *caseina* (1). E l'agronomo si persuaderà dell' importanza di queste nozioni riflettendo su quanto accadeva al DUPUIS coltivatore. Il quale da 10 vacche, ad onta di cambiare qualità di foraggi, traeva latte sempre di pessimo gusto, vischioso, filante, che inacidiva ecc. La chimica vi rivelò al GIRARDIN quell'*albumina*, e somministrate bevande acidulate alle indicate bestie, il latte divenne a poco a poco normale (2).

3140. Il **caseo vegetale** si trova nel glutine del frumento, o piuttosto unito al medesimo, e si ottiene dalla massa glutinosa ricavata dalla farina di frumento, trattandola con liquori alcoolici a caldo. Essi depongono nel raffreddamento una sostanza che somiglia, secondo i chimici, perfettamente al caseo del formaggio (3). Accennai altra volta come si debba al BECCARI la scoperta comparazione di questa caseina vegetale coll'animale.

3141. Altre **sostanze vegetali** voglio qui unicamente accennare perchè rifermano la specialità individuale della composizione chimica delle diverse piante, nulla meglio dimostrandolo quanto la necessità di coteste particolari appellazioni. Trapasso la *pollinina*, nome dato dal JOHN a sostanza trovata nel polline dell'*abete*, del *pino* e del *licopodio* (4) dipoi avvertita dal FOURCROY e VAUQUELIN in quello del *dattero*, dal GOTTHUSS dichiarata sotto nome di albumina nel *polline* del *tulipano*. Il BRACONNOT la rinvenne nella *typha latifolia*, il MACAIRE nel cedro ecc. Per mia stima il *polline* può contenere alcune sostanze comuni a tutte le specie di piante, ma deve sempre essenzialmente contenere quella unicamente propria a ciascuna fatta di piante (5).

La *berberina* si trovò dal BUCHNER ed HERBERGER speciale al *crespino* ossia *berberis*.

L'*asparagina* dal VAUQUELIN e ROBIQUET nello *asparago* (§ 3135).

L'*amigdalina* dal ROBIQUET e BOUTRON nella *mandorla amara*.

L'*emetina* dal PELLETIER e DUMAS nella *ipecacuana*.

La *cafeina* dal ROBIQUET nel *caffè*.

---

(1) *J'en ai trouvé* (l'albumine) *dans tous les échantillons* (de lait provenant d'animaux en bon état de santé et habitant des localités très-diverses) *en sorte qu'il est devenu évident pour moi que l'albumine figure toujours au nombre des principes constituants du lait, et qu'elle a été confondue avec la caséine dans les analyses antérieures à mes essais.* GIRARDIN de ROUEN, *Note pour servir à l'étude du lait* ecc. Compt. R. de l'ACAD. DES SCIENCES (2 Mai 1853).

(2) Per regola, l'albumina nel latte normale si rinveniva in proporzione di 0,317 a 0,466 per cento: in quello delle vacche del DUPUIS da 4,79 fino a 11,02. Ma nel primo caso la *caseina* fu trovata da 3,300 a 6,146: nel latte alterato dove l'*albumina* era 4,79 la *caseina* era tuttavia 3,26; dove però l'albumina ascendeva ad 11,02, la caseina era appena 0,49. Lo che dimostra la giusta conghiettura del GIRARDIN, cioè che l'*albumina* si confondeva dai chimici colla *caseina*. Quando il latte si rimise normale, l'*albumina* non vi comparve più oltre 0,65 per 100.

(3) REGNAULT, loc. cit.

(4) V. THOMPSON, *Système de Chim.*, IV, pag. 116.

(5) Per conoscere il preciso significato di questa proposizione, ed i limiti in cui può ottenersi, fa mestieri aver ricorso alla seguente V SEZIONE.

E così via dicendo nell'*olmo* l'*ulmina*, ne' *funghi* la *fungina* ecc, cioè analizzando a dovere ogni fatta di piante vi si trova una sostanza così differente da quelle comuni ad altre, da meritare una specialissima indicazione. Spingendo poi l'analisi al di là de' mezzi possibili per tener dietro a tutte le successive scomposizioni ottenute coll'energia de' reagenti, o colla violenza de' carboni accesi, si finisce perdendo la traccia di elèmenti che se ne volano e sfuggono lasciando nella fiala o nella storta o nel crogiuolo quei soliti tre o quattro principii gasosi o metalloidi (*ossigeno* ecc.), con qualche resto d'altri materiali più o meno metallici.

III. Alcaloidi.

3142. **Basi vegetali, o alcaloidi** ritengonsi quelle sostanze vegetali che saturano gli *acidi*, e ingenerano sali ben definiti. Comple conoscerne alcuni.

Alcaloidi non volatili. *Chinina* dal PELLETIER e CAVENTOU tratta dalla scorza della *chinachina* (famiglia delle *rubiacee*).

Cinconina, ricavata dalla *china grigia*.

Morfina scoperta dallo SERTVERNER nell'oppio ossia nel succo latticinoso del *papaver somniferum*.

Narcotina; si ricava dai residui dell'oppio de' papaveri, dopo estratta la *morfina*. A stima del DECANDOLLE non meriterebbe il nome di narcotica, ossia sonnifera.

Strienina; si ottiene dalla *Strychnos Ignatia*, fava di s. Ignazio, dalla *S. nux vomica*, noce vomica, dal *S. colubrina*, legno di serpe, dal *S. tieute*, upas tieutato, e risulta energicamente velenosa.

Teina, ricavata dal *thè*; si pretende perfettamente simile alla caffeina ed i chimici danno per amendue la stessa composizione $C^8 H^5 A^2 O^2$ (1). Tutti non si rassegneranno a questa identità, posta in dubbio dalle speciali proprietà delle due diverse bevande.

3143. **Alcaloidi volatili**. *Nicotina*; ottenuta dall'HERMBSTADT, e meglio dal POSSELT e REIMAN, costituisce come l'essenza del *tabacco* (famiglia delle *solanacee*). I migliori tabacchi da naso sono i più ricchi di nicotina (2).

Conicina. Si estrae dai semi della *cicuta*, che ne contiene anche nelle foglie e nello stelo prima della fioritura. È veleno dei più mortali.

IV. Sostanze resinoidi.

3144. **Sovraidrogenate**, o sostanze *resinoidi*, chiamano alcuni la *Glicirrizina*, o succo di *regolizia*, la *cariofillina* ricavata dai garofoli, l'*olivina* estratta dal PELLETIER dalla sostanza resiniforme dell'*olivo* e tante altre che richiederebbero soverchio spazio per mentovarle. Non trapasserò tuttavia la

---

(1) REGNAULT, loc. cit., IV, pag. 296, § 1478.

(2) In 100 parti ne contengono di *nicotina*

Il Tabacco dell'ALSAZIA	3,2	Il Tabacco del MARYLAND	2,3
» dell'AVANA	2,0	» di VIRGINIA	6,9.

zeina scoperta dal Bizio nel granone (*mays zea*), sostanza gialla, simile alla cera d'api, molle, senza odore e senza sapore, nè so come riposta tra le *resinoidi.*

V. Sostanze astringenti.

3145. **Concino** o **tannino** da lungo tempo fu chiamata una sostanza abbondante nella noce di galla, ed in molte scorze di piante dicotiledoni. Sue proprietà principali: solubilità nell'acqua, facoltà d'unirsi alla gelatina del cuoio inducendo nel medesimo quello stato di solidità, ed insolubilità nell'acqua che gl' impedisce di putrefarsi. Le coccole, i frutti lazzi come il sorbo immaturo, le foglie di molte piante ed altre loro escrescenze a guisa della noce di galla, forniscono questa sostanza, la cui proprietà di produrre quel coagulo solido nelle soluzioni di colla animale, costituisce il principio conciante.

VI. Sostanze coloranti.

3146. La **colorazione de' corpi** dipende essenzialmente dalla luce. Ma esistono sostanze che specialmente colorano parti ed organi d'esseri, vegetali o animali: sostanze poco chiaramente definite ed apprezzate dai chimici appunto perchè l'elemento luce probabilmente influisce quale elemento costitutivo, e questo pensiero del Berzelius venne fin ora dai medesimi posto in non cale (§ 2746). Tralasciando coteste indagini troppo astratte, basterà riflettere che quasi tutte le materie coloranti, coll'esposizione alla luce solare, subiscono alterazioni. Avvegnachè moltissime le gradazioni di colori, le più svariate, la maggior parte derivano dal *rosso*, *giallo* e *verde*. Inoltre di rado esistono sostanze coloranti isolate: più spesso unite ad altri principii vegetali, talora colorati essi pure, tra l'altre, le *rosse* generalmente unite alle *gialle*.

3147. Le **proprietà** di queste sostanze, di cui talune solubili nell'acqua, tal'altre solo nell'*alcool* e nell'*etere*, sono a stato solido, poco sapide, per nulla odorose; facili tutte ad unirsi agli *alcali*, comechè parecchie si combinino cogli *acidi*. La sostanza *eterea*, mercè l'imbianchimento delle tele, della cera d'api ecc. prodotto dall'azione della luce col concorso dell'umidità, e mercè l'alterazione, e imbianchimento cui riduconsi molti colori vegetali colla esposizione ad un calore di 150 a 200° C., dimostra quanto sieno sensibili le sostanze coloranti alla di lei influenza. Ma l'ossigeno dell'aria, se talora distrugge prontamente certi colori, altre volte ne produce lo sviluppo. Modificazioni similmente gravi inducono gli *alcali* e gli *acidi*. Certi colori azzurri, cogli *acidi* tramutano in rossi; ovvero cogli *alcali* in verdi o gialli. Reagendo cogli *alcali* su que' primi ritornano azzurri; cogli *acidi* sugli altri, si reintegra il colore primitivo. Avendo destinato il XXI Libro alla coltivazione delle piante *tintorie*, ne riparlerò allora più distesamente, stando per ora contento alla indicazione nominale delle sostanze coloranti più comuni.

3148. **Materie coloranti del legno, corteccia, radici** ecc.

Ematina proveniente dal legno campeggio (*hæmatoxylon*).

Brasilina » dal legno del Brasile (*cæsalpina crista*).

Santalina, proveniente dal santalo rosso (*pterocarpus santalinus*).

Morina » dal gelso giallo (*morus tinctoria*).

Scotano » dallo scotano (*rus cotinus*).

Quercitrone » dalla quercia tintoria (*quercus tinctoria*).

Ancusa » dall'alcauna spuria ecc. (*lithospernum tinctorium*, *anchusa tinct.*).

Alizarina, *robbianina* ecc., proveniente dalla robbia (*rubia tinctorum*).

Sangue di drago, proveniente da varie piante (*pterocarpus draco*, *p. indicus*, *dracoena draco*, dai frutti del *calamus draco* ecc.).

Curcumina, proveniente dalla *curcuma* (*curcuma longa* ecc. ecc.).

3149. **Materie coloranti di foglie, germogli, erbe,** ecc.

Luteolina, che ricavasi dal guado (*reseda luteola*).

Indigotina » da diverse piante (*indigofera anil.*, *i. tinctoria*, *isatis tinctoria*, *nerium tinctorium*).

Cromula o *clorofilla* vien detta la materia verde delle foglie, sostanza di moltissimo interesse, della cui composizione nulla sanno i chimici, e da rimemorare nello studio fisiologico de' vegetali (LIBRO V).

3150. **Materie coloranti**, di fiori.

Cartamina proveniente dalla corolla e stami del cartamo (*carthamus tinct.*).

Policroita » dallo stimma dello zafferano (*crocus sativus*).

Readnia » dai petali del papavero selvatico (*papaver erraticum*).

3151. **Materie coloranti di frutti** che possano servire al tintore, sono in iscarso numero. Noterò i pericarpi e i semi del *ramnus infectorius* adoperati dai tintori.

3152. **Materie coloranti di licheni** sono la *variolina*, l'*orceina* ecc. che traggonsi dalla *urceolaria*, dalla *rocella* ecc.

Questa rassegna di sostanze vegetali è ben ristretta e incompiuta, ma si riguardò specialmente a quella di cui può ricorrere qualche successiva applicazione nel proseguimento degli studii Agrologici, o nelle norme di pratica Agronomia.

SOSTANZE ANIMALI.

3153. Un **corpo animale** vien considerato dai Chimici quale un laboratorio, in cui s'eseguiscono reazioni chimiche, ma di numero e di natura in gran parte sconosciute. Sia tra le sostanze costituenti l'essere animale, sia tra loro e le sostanze trangugiate come alimenti, sia tra elleno queste ultime quando entrate nell'organico meccanismo, accadono combinazioni, scomposizioni, e mutamenti che sortono dal puro dominio della chimica, perciocchè le chimiche forze e reazioni, vengono ora prodotte, ora modificate, ora infine sopraffatte dalla *forza vitale*. Le forme stesse che assume la materia per costituire i diversi organi, sono tutt'altro e ben differenti da quelle ch'essa prende quand'obbedisce a semplici attrazioni molecolari, fuori dell'organismo (1). La molecola organica, finchè soggiace all'imperio della vita, finchè sia intessuta negli organi di un essere

(1) REGNAULT. *Cours Élem. de Chimie*. IV Partie, § 1647.

vivente, non obbedisce che parzialmente alla potenza dell'*affinità* (§ 2725), anzi ad ogni atto di questa forza onde starebbe per cadervi sotto, essa si rileva, e tende a ristorarsene tentando di mantenersi nel grado di organica (1). Ossia, finchè regna la vita, la molecola organica si sottrae, e resiste a quel compiuto effetto delle forze chimiche, le quali le torrebbero la sua organicità e la sua vitale esistenza.

5154. I **corpi organici** (ora trapasso gli *organizzati*) oppongono tre difficoltà gravissime ai Chimici, che soltanto colla morta loro veduta pretendono scrutinarne la composizione.

1ª nè tutti gli elementi o principii di cui si costituiscono, appartengono al solo regno minerale.

2ª nè gli elementi medesimi stanno associati tra loro nelle forme, proporzioni, e combinazioni che s'avverano ne' corpi inorganici.

3ª nè le sostanze organiche, appena fuori del meccanismo organato, si conservano quali entro di esso sussistono.

Premesse coteste considerazioni, per verità riferibili anco alle vegetali sostanze, ma in grado maggiore alle animali, fo passo ad alcun cenno intorno le principali tra queste, insistendo di nuovo singolarmente su quel 3° riflesso, vale a dire che il latte, ad esempio, il sangue ecc. appena separati dal corpo vivente, anco sotto l'unico aspetto chimico, rigorosamente parlando, divengono in parte tutt'altro da quel che erano.

5155. La **distinzione fisiologica** di *materie organiche primitive*, e *materie organiche edotte* (2) comprende: fra le *prime* quelle componenti le uova o le sementi, base dell'essere organato; ovvero fan parte del succhio ne' vegetabili, del sangue negli animali; provengono sì dagli alimenti, ma nelle materie del succhio e del sangue ponno tramutarsi. Tra le *seconde*, quelle sostanze che nascono dalle *prime* che in esse si modificano per l'azione degli organi, in virtù della *forza vitale*. Oltre poi le sostanze organiche, s'aggiungono all'organismo anco sostanze materiali le quali vi stanno per tre modi:

1° Accidentalmente introdotte nell'assorbimento, o nel prendimento delle materie nutrizie:

2° Prodotte, o vuoi separate nelle modificazioni fisiologiche (e talora patologiche) che incessantemente hanno luogo negli organici tessuti.

3° Incorporate come parti costituenti, mediante chimica combinazione colla sostanza organica.

Perciò le sostanze inorganiche, o in parte vengono reiette per secrezione dall'organismo, o vi permangono accidentalmente, o vi adempiono a funzioni od ufficii richiesti dall'uopo della vegetale o animale economia.

5156. Non istimi il lettore trovar in questo luogo la naturale istoria di quante organiche sostanze s'incontrano nel regno animale. È mio disegno chiarirne appena con leggerissimi tocchi le più interessanti per l'agronomo.

---

(1) SELMI. *Principii di Chimica organica.*
(2) TOMMASI. *Istit. di Fisiologia*, Vol. I, pag. 24.

[1] Sostanze ossee (*).

3157. Le **ossa** si compongono di *materia cartilaginosa*, e di materia terrosa (*carbonato e fosfato di calce*). Il *periosto* o membrana fibrosa che le riveste, contiene i vasi sanguigni che si distribuiscono nell'interno dell'ossa, e vi portano il nutrimento: la membrana *midollare* interna, ricetta pure vasi sanguigni. Importa conoscerne la chimica composizione.

Sostanze			Ossa di Uomo		Ossa di Bue
Organica —	*Cartilagine* ossia *gelatina* . .		33,30		33,30
Inorganica	*Sotto-fosfato di calce* con un poco di *floruro di calcio*	33,04	66,70	57,35	66,70
	Carbonato di calce . . .	11,30		5,85	
	Fosfato di magnesia . .	1,16		2,05	
	Soda e cloruro di sodio.	1,20		3,45	
			100		100

Analoga è la composizione dell'ossa degli altri mammiferi, e degli uccelli. Stando realmente alla distinzione esternata al § 3023, l'ossa, come gli altri corpi che seguono, apparterrebbero alle *sostanze organizzate*. Ma in questo luogo le considero limitatamente alla loro composizione chimica, e facendo astrazione da' loro ufficii e funzioni fisiologiche, le riguardo come puramente organiche.

3158. Le **ossa** si adoperano in INGHILTERRA di tre modi

1° ridotte in grossa polvere.

2° polverizzate grossamente, e dipoi strutte coll'*acido solforico*.

3° carbonizzate, e dopo avere servito alla chiarificazione dello zucchero insieme col sangue presso i raffinatori, adoperate come residui.

In tutti e tre i modi, le ossa costituiscono un ingrasso composto di fosfato di calce, e sostanze organiche azotate, efficacissimo. Eccetto l'ultima maniera, le altre due di adoperarle non possono da tutti gli agricoltori praticarsi. In INGHILTERRA hannovi speciali fabbricatori d'ingrasso d'ossa, tra' quali si memora dal PAYEN l'HUNT (*High-Street*, LAMBETH). Non sarà superfluo riferire il suo *procedimento*.

Appena giunte le ossa fresche, si gettano successivamente in tramoggia, nel cui fondo due cilindri con iscanalature che s'ingranano, girando in senso l'uno contro l'altro, le infrangono. Per toglierne il grasso, così ridotte in frantumi, si fanno bollire a 100 gradi entro caldaia con acqua. La materia grassa liquefatta a quel calore, sorte dalle cavità, e dalle cellule adipose, e soprannuota onde

(*) La designazione di *solide* data dai Chimici anche alle penne ecc. non mi talenta, perchè troppo generica, e comprender dovrebbe le carni ecc.

levasi facilmente; suol ascendere al 5 per cento del peso delle ossa, e serve per fabbricare sapone.

I frantumi così depurati dal grasso si meschiano con altre ossa secche pervenute da fuori, e si stritolano fra cilindri dentati. Con istaccio di ferro cilindrico si separano i pezzi più grossi che di nuovo s'infrangono.

In questo stato di piccoli pezzetti, l'azione dell'ossa riesce molto lenta. Quindi si preferisce di lasciarle nell'acqua per uno o due giorni: poi gettarle entro cilindro di ghisa foderato di piombo, lungo 2 metri con 1 metro di diametro, insieme con acido solforico in proporzione della quantità delle ossa :: 1 : 35. Il cilindro ha una fessura longitudinale di sopra, sta fermo mentre il suo asse interno guernito di braccia di ferro si rivolge durante 4 o 5 ore per ben meschiare l'ossa coll'acido. Il quale disgrega la materia organica, e colla reazione che promuove, la materia terrosa risolve in solfato di calce ed in fosfato acido di calce. L'Hunt preferisce di meschiare le ossa così acidificate, ad altrettanto carbone d'ossa: e questo miscuglio vendesi dal medesimo a Lir. 24,80 ogni centinaio di chilogrammi. Il Thackneray non si serve di agitatore, ma cresce la dose di acido *solforico* al 50 per cento.

5159. D'**umane ossa** però lasci l'agronomo il selvaggio uso agl'Inglesi: è breve passo tra il macinare gli scheletri di Waterloo, e il farsi antropofagi di quegli estinti soldati.

5160. Di **denti** farò cenno appena nel VI Libro per le relative nozioni zoologiche, non prestando materia ad ingrassi, nel qual caso interessarsi dovrebbe l'agronomo di conoscerne la costituzione.

[2] Sostanze cornee.

5161. **Corna, unghie, artigli,** e **zoccoli** si compongono di *materia cornea* ch'è insolubile nell'acqua fredda, e rammollisce nella bollente. L'analisi de' chimici le assegna una ricchezza d'azoto del 16 al 17 per 100, e più il 2,6 di solfo. Di queste sostanze si vale con assai profitto l'agricoltura; e i Bolognesi in ispecie, pagandole a prezzi che ne richiamano il concorso da parecchi altri Stati d'Italia, ne fanno largo e vantaggiosissimo uso nella coltivazione della canape, come pel XIV Libro verrà manifesto. Lo stesso dicasi de' materiali che seguono.

5162. **Penne e piume**, non abbastanza studiate dai chimici, pongonsi in fascio con *peli* e *capegli*, e tutt'insieme si considerano per materia *cornea*, comprendendovi eziandio le squame di pesce. Tutte sostanze, a dir vero, singolari in quanto si ponno recidere e separare almeno in parte dagli animali senza ch'e' se ne dolgano e ne risentan travaglio. Nell'aspetto di sostanze da ingrasso, vale il detto or ora sulle ossa, e quanto verrò più sotto additando sul proposito delle *lane*. Noti però intanto l'agronomo che il Sinclair prescrive la quantità di 8 ettolitri di penna per ettaro, e lo Schwertz ne consiglia 30 o 40. Ma i Bolognesi non agirebbero così arbitrariamente, misurando a volume materie che soltanto possono *dosarsi* a peso.

5163. Le **lane** vengon pur comprese tra le sostanze spettanti al *tessuto corneo*, quali anco si chiamano da taluni *pelosità*. Le *lane*, come le *penne*, la

calugine ecc. sarebbero dunque *pelosità* più o meno lunghe, più o meno ruvide, tortuose o diritte, e la *lana* le avrebbe più o meno contorte sovra se stesse. Tutte queste materie sono tra le *solfo-azotate*: disciolgonsi a caldo nella lisciva di potassa, svolgendo ammoniaca, e risolvendosi in un liquido che *neutralizzato* coll'acido acetico dà un precipitato bianco e gelatinoso di *proteina* (§ 3155) con isviluppo d'*idrogeno solforato*. Secondo lo SCHERER, l'*azoto* v'entrerebbe nella proporzione del 17 al 18 per 100.

3164. **I cenci di lana** costituiscono un ingrasso riputatissimo, e l'indicata dose di *azoto* ne dà ragione. Gli è però singolarissima non solo per le lane ma per tutte le sostanze *cornee*, la loro quasi perfetta insolubilità nell'acqua bollente cui cedono limitatissima proporzione di materia solubile, come negli acidi organici, e minerali. Ma vengono disciolte dall'*acido nitrico*. Questi corpi sotterrati per ingrasso, non vi si decompongono per fermentazione perchè non vi si collocano in mucchi, tuttavia vi marciscono, si corrompono e cedono ai vegetabili i loro mentovati principii. Nè veramente in lunghi anni di sperienza seppi accorgermi di quella lentezza di decomposizione attribuitagli dal BOUSSINGAULT (1) per cui l'azione loro nel terreno dovrebbe perdurare dai sei ad otto anni. Forse la differenza del clima, e qualche altra circostanza da investigare nel XIV LIBRO, mi ha sempre dimostrato il contrario a tal segno, che concimando canapai con cenci di lana, gli stessi mezzadri ne lodavano gl'immediati effetti nella canape, ma preferivano somministrazioni d'altri ingrassi, o di letami perchè con quelli il successivo frumento poco o niuna fertilezza ereditava.

3165. **Peli e capegli**, come avvertii, constano di sostanza cornea; quindi non meraviglievole se sino ai tempi del TANARA famosi per ingrasso efficacissimo, ed anzi pur noti agli antichi (2) che il pelo delle pelli conciate dai cuoiai mescevano alle orine. Il pelo di maiale soprattutto sembra ricco di principii fecondanti ed a suo tempo n'avrò ragione.

[3] Sostanze molli.

3166. **Fibrina** chiamano la sostanza costituente tutti que' fili muscolari che formano la carne. La quale compone un insieme di organi diversi, chiamati *muscoli*, e ciascuno d'essi consta d'un fascio di fibre. Nervi e vasi serpeggiano in quel tessuto, e loro mercè vi circolano liquidi di varie specie. Ma in questo luogo riuscirebbe soverchio ogni altro cenno sulla loro costruttura. Giova piuttosto accennare il metodo col quale rendere profittevole all'agricoltura tante sostanze muscolari ed altre da ricavare dai cadaveri degli animali.

3167. La **cottura col vapore** si riconosce oggi pel miglior mezzo, e più economico di acconciare le carni ed altre sostanze animali, affinchè senz'incomodo fetore si possano trasportare e adoperare per ingrassi. Una gran cassa di legno, capace a contenere le carni in pezzi di 30 a 36 cavalli, comunica pel suo fondo con una caldaia a vapore, e nel tempo di 12 a 24 ore la cottura si compie, avvertendo di non elevar troppo la temperatura per non alterare nè

(1) BOUSSINGAULT, loc. cit., I, pag. 764.
(2) PLINIO. *Hist. Mundi.*

grasso nè gelatina. Estraggonsi le carni cotte, e l'ossa medesime risultano alquanto più friabili; rimane al fondo di quella specie d'*autoclave*, una massa liquida, il cui strato superiore contiene il grasso strutto, a mezzo nuota la gelatina, e in fondo stanno sangue ed avanzi delle masse carnose (1). Invece adunque di seppellire, o peggio abbandonare alla corruzione tanti cadaveri di cavalli, cani, od anche bovini morti d'infermità, con questo mezzo semplicissimo se ne trarrebbe ingrasso d'efficacia senza pari, possedendo le carni il 15 per 100 d'azoto.

3168. Di **cartilagini**, di **membrane**, di **pelli**, non m'intrattengo perchè subbietto più dell'altre industrie che della rurale, salvo quanto compie meglio investigare nel VI e XXX LIBRO: per materiale da ingrasso, lo divengono, siccome parti di cadaveri, secondo il modo poco dianzi descritto. Le pelli tuttavia ne offrono uno più speciale ed usato, consistente ne' residui de' conciatori, da descrivere a suo luogo.

[4] Sostanze albuminoidi.

3169. La **chimica odierna** ammette l'identità delle sostanze albuminoidi animali colle vegetali (§ 3134 ecc.), ma non sa dimostrarla. Lo siero del sangue, il bianco d'ovo, si dovrebbero trovare identici tra le sostanze vegetali: nè si potrebbe ragionevolmente impugnare che l'albumina di cui si compongono provenga immediatamente dalle piante. Ma ripugna il credere che durante il soggiorno entro l'organismo animale, ed a contatto di tante altre sostanze in questo contenute, conservi quell'identicità che forse ci appare quando facciamo astrazione ai varii officii o funzioni che nello stesso organismo è destinata ad adempiere. Questo basti all'agronomo: ne' fisiologici studii del V LIBRO si rileverà l'importanza di questa dubitazione.

[5] Materie grasse.

3170. **Corpi grassi** chiamano i chimici le sostanze organiche liquide o solide, ma facili a struggere, che molli o liquide rendono la carta translucida, e vi lasciano macchie persistenti. Gli olii, come l'altre sostanze analoghe alla cera vegetale, rappresentano le *materie grasse* delle piante (§ 3121 ecc.). Per converso il principio immediato del *grasso animale* è l'*oleina*. Non si può concedere ai chimici l'assoluta identità dei grassi d'amendue i regni. Chè nello stesso regno animale havvi differenza nel grasso appartenente a ciascuna specie; altrimenti sarebbe inutile distinguere un *acido ircico* estratto dalla grascia di becco, un *acido focenico* ricavato dagli olii del delfino e delle balene, un *acido caprico*, un *acido cerebrico*, ed anzi un grasso di natura speciale chiamato *colesterina*, sostanze ch'entrano nella composizione della materia cerebrale.

(1) MORIDE et BOBIERRE. Technol. des engrais, pag. 131.

[6] Sostanze liquide.

3171. Del **sangue, linfa, latte, succo gastrico,** ecc., non torna in questo luogo spiegare la struttura chimica partitamente, meglio importando serbarne cenno nell'ARTICOLO seguente, tra le sostanze *órganizzate*. Al che induce anco la natura stessa di cotali sostanze, parecchie delle quali, come avvertii del latte (§ 3023) tengon troppo dell'*organizzato* oltrecchè dell'*organico.*

[7] Principii immediati.

1. Azotati.

3172. Della **proteina** toccai di volo nel § 3135. Tenuta siccome base dei principii organici azotati, negli animali trovasi qual parte costitutiva del sangue o sostanza plastica generale, e degli organi: quindi l'*albumina*, la *fibrina*, la *caseina* ecc. essenzialmente constano di *proteina*, onde quest' ultime si chiamano eziandio composti proteici.

3173. L'albumina, comune ne' vegetabili (§ 3136), è sovrattutto copiosa negli animali, sotto due forme principali: quella contenuta nel siero del sangue, del chilo, e della linfa, nelle membrane sierose, nella sostanza nervosa e in altri tessuti, e quella componente l'albume dell'uova. Speciale di lei proprietà sembra il disciogliere il fosfato di calce, gli ossidi metallici e terrosi. Trattando il glutine (§ 3137) coll'alcool, s'avrebbe un residuo simigliante in tutto alla *fibrina animale*; di poi dall'alcool bollito colla *glutina*, s'otterrebbe un deposito analogo alla *caseina animale* (§ 3176), intantochè l'alcool sopranotante riterrebbe una più concentrata ed assoluta *glutina*, che vuolsi identica all'*albumina animale*, se n'eccettui la sua solubilità nell'alcool.

3174. Della **fibrina** ho fatto cenno (§ 3166) nello stato di sostanza molle costituente la carne. Ma prima di assumere quello stato, rinviensi in forma liquida nella *linfa*, nel *chilo* e nel *sangue* (1). La sua composizione da questa investigazione del MULDER

	Albumina	Fibrina
Proteina (Atomi)	10	10
Fosforo	1	1
Solfo	2	1

si rileva quasi affatto simile a quella dell'*albumina*.

3175. La **caseina** (di cui al § 3139) peculiare sostanza del latte, esiste prima nel sangue, ove la rinvenne lo GMELIN, ed il SIMON dipoi, corpo bianco, opaco,

(1) Quando la *fibrina* diviene muscolare, immersa nell'*acido cloridrico* allungato d'acqua (una goccia d'acido in un'oncia d'acqua) si discioglie formando un liquido intorbidato unicamente da minuzie di materia grassa. Ma finchè permane *fibrina di sangue*, si gonfia, componesi in gelatina senza disciogliersi. LIEBIG, XXIX *Lettre*.

senza odore, sciocco, e insolubile nell'acqua e nell'alcool, arrossa la carta azzurra per tintura di tornasole. Tuttavia pretendesi che nel latte esista allo stato di dissoluzione alcalina. La *caseina* offre pure quasi compiuta simiglianza coll'*albumina*. Ma formerà subbietto a suo tempo di studii di molta importanza nelle fabbricazione de' prodotti ottenibili dal latte. Intanto notisi che bensì col calore, coll'alcool, cogli acidi (sopratutto col lattico) e con altri mezzi la *caseina* si coagula, ma per osservazioni del BOPP i coaguli risultanti dall'azione di diversi acidi, presentano diversità rimarchevoli.

3176. **Albumina, fibrina e caseina** meritano attenzione speciale, perchè base dell'alimentazione. L'*albumina dell'uovo* fecondato, dà origine a tutte le parti dell'organismo, carne, membrane, vasi sanguigni, linfatici, cellule, globuli del sangue ecc. Gli elementi degli organi sono primitivamente elementi dell'albumina. L'*albumina del sangue* somministra i principii essenziali agli atti dell'economia, onde crescimento, produzione, riproduzione ecc., oltrecchè dessa entra nella composizione del cervello, dei nervi, del fegato, della milza e di tutte le ghiandole. La conservazione della vita, conchiude il LIEBIG, rigorosamente dipende dall'esistenza dell'albumina nel sangue (1). La *fibrina*, la cui proporzione nella carne ascende a 0,70 del suo peso, manifesta la sua importanza, dimostrando l'esperienza più comune non esservi sostanza maggiormente nutritiva della carne. La fibrina della carne è identica alla fibrina del sangue; onde quella offre una delle condizioni essenziali della sanguificazione. Siccome poi il latte non contiene altro principio azotato in fuori della *caseina*, riesce impossibile disconoscere l'officio suo di formar sangue, carne, membrane, ecc., nel neonato, finchè si nutre esclusivamente di latte. Dal sangue della madre si forma il latte che ridivien sangue nel suo poppante.

3177. La **vitellina** traesi dal torlo d'uova. Il BAUMHAUR la ritiene identica al biossido di *proteina*. Non ne fo ulteriori parole, dappoichè il LEHMANN nega l'esistenza di questa sostanza, e giudica la pretesa *vitellina* una combinazione di *caseina* ed *albumina* (2).

3178. Gli **esterni caratteri** delle preaccennate sostanze albuminoidi, eccetto la *fibrina*, pochissimo diversificano da quelli dell'*albumina* (3). Chimicamente analizzate, per avere anche un certo confronto con sostanze più vegetali, che animali, si ponga mente a questo Prospetto.

	ALBUMINA di bianco d'ova	CASEINA di latte vaccino	VITELLINA di torlo d'uova	FIBRINA di sangue um.
Carbonio . . .	52,87	53,50	51,60	52,78
Idrogeno . . .	7,10	7,05	7,22	6,96

(1) LIEBIG. *Nouv. Lettres.* LETT. XXXII. PARIS 1852, pag. 103-104.
(2) LEHMANN. *Lehrbuch der physiolog. Chem.* II.
(3) Per affermazione però del LIEBIG, la *fibrina* non sarebbe da eccettuare, giacchè la *fibrina, l'albumina* e la *caseina* vegetali « *renferment tous les trois les mêmes éléments, unis dans les mêmes proportions, et ce qui est encore plus rèmarquables ils ont identiquement la même composition* que les principes essentiels du sang, *la fibrine et l'albumine... Quelque soit leur origine, qu'elles viennent des plantes ou des animaux, la fibrine et l'albumine offrent à peine quelque différnce de forme.* Lettres sur la Chimie, XIX.

Ossigeno . . .	23,76	23,68	26,16	23,48
Azoto	15,77	15,77	15,02	16,78
	100,00	100,00	100,00	100,00

	GLUTINA di frumento	LEGUMINA di mandorle
Carbonio	53,05	50,43
Idrogeno	7,17	6,55
Ossigeno	23,84	24,10
Azoto	15,94	15,50
Solfo, fosforo e ceneri		1,54
	100,00	100,00

Però l'ALBUMINA di *pesce*, conterrebbe 1,81 tra solfo e ceneri e meno azoto di quella del *bianco d'ovo*: ne fo il rilievo perchè risulta maggiore differenza tra *albumina* e *albumina*, che non tra *albumina e glutina*, lo che ne consiglia molta cautela nell'adottare certe chimiche affermazioni sulla identicità perfetta tra le vegetali e le animali sostanze.

II. Non azotati.

5179. Le **sostanze non azotate** d'origine animale, sono principalmente le materie grasse, delle quali toccai nel § 3170; dello *zucchero* notai altravolta l'ultime sperienze del BERNARD. In genere la facoltà negli animali di creare sostanze grasse non si dovrebbe porre in dubbio dopo le sperienze del PERSOZ, il quale trovò il grasso di oche nutrite con *maïs*, eccedere quello contenuto nel cereale da loro consumato. Si possono calcolare come trasformazioni di sostanze idro-carbonate; ma chi può dimostrare che la formazione delle materie grasse de' vegetali, addivenga altrimenti?

5180. **L'adipe e l'acqua** concorrono alla formazione de'tessuti, in quanto l'*adipe* o grasso partecipa alla struttura delle cellule, e l'acqua rende liquidi il sangue ed i succhi, molli ed elastiche le fibre muscolari ecc. Nè il grasso manca giammai nella sostanza nervosa e cerebrale, ed ha di comune coll'acqua il postarsi nelle parti del corpo, assumendo la forma delle cavità in cui s'impigliano in modo da potersi estrarre colla pressione, o altri mezzi senza alterare la struttura delle parti organizzate. Lo che però non vuol intendersi così assolutamente come il LIEBIG afferma, essendovi a parer mio non pochi organi da cui non traesi grasso senza che si aprano per naturale uopo dell'animale economia, o per artificiale bisogno vengano dilacerati.

5181. **Sostanze plastiche** vengon dette le *azotate*, e significa *formative*: proprietà che manca alle *non azotate*, le quali (cioè *fecola*, *zucchero*, *gomma*, *grassi* ed *olii*) servendo di certa guisa come combustibili per la produzione del calore animale, cedendo il loro carbonio all'ossigeno introdotto colla respirazione, s'hanno a chiamare sostanze *respirative* (1). Tolgo dal LIEBIG il seguente

(1) Cioè atte al *respirare*, come le *nutritive* atte al *nutrire*.

PROSPETTO
de' rapporti fra i principii *plastici* e *respirativi*, contenuti in varie specie d'alimenti.

	PRINCIPII	
	Plastici	Respirabili
Latte di *vacca*	10	30
» *donna*	10	40
Lenticchie	10	21
Fave	10	22
Piselli	10	23
Carne di montone (ingrassato)	10	27
» *maiale* (id.)	10	30
» *bue*	10	17
» *lepre*	10	2
» *vitello*	10	1
Farina di frumento	10	46
» *avena*	10	50
» *segala*	10	67
Orzo	10	57
Pomi di terra bianchi	10	86
» turchini	10	115
Riso	10	123
Farina di miglio	10	130

Gl'indicati numeri hannosi a considerare per medii fra i limiti estremi ed interpretare di questa guisa; che i piselli, i fagiuoli e le lenticchie, ad esempio, per 1 porzione di sostanza *plastica*, ne contengono 2 a 3 di sostanza non formativa e solo atta all'alimento della *respirazione*. Del che più chiaramente nelle successive investigazioni.

[8] Escrezioni.

3182. **Gasose, liquide** o **solide** si presentano l'escrezioni dell' economia animale, e consistono:

1° Gas intestinali, e prodotti gasosi esalati nella respirazione.

2° Sudore ed orine.

3° Fecce o escrementi.

Non interessano per ora nè il sudore nè l'escrezioni gasose: bensì l'altre richieggono cenno della loro chimica nozione, perchè fondamento alle pratiche norme del governo de' terreni.

I. Orine.

3183. **Avvegnachè liquide**, le orine contengono sempre materie solide in soluzione, qualche volta eziandio solo in sospenso negli animali non sani.

Diversificano di composizione anche negli stessi individui, se cangino alimentazione. Generalmente però ne' mammiferi carnivori, l'orine contengono varii sali minerali, materie albuminose e mucilaginose, *urea* ed *acido urico*. Quelle degli erbivori, pochissima *urea*, e in sua vece *acido ippurico*. Dalle sperienze del BERNARD, le orine sono naturalmente *acide*, e divengono *alcaline* coll'uso de' cibi vegetali. Appena espulsa dai carnivori, reagisce l'orina come *acida*: dagli erbivori come *alcalina*.

3184. Dell'**urea** non comple intrattenersi: nè dell'*acido urico* nè dell'*ippurico*. Noterò solo che le orine degli erbivori difettano di *fosfati*, mentre negli animali che nutronsi di carne e farinacei, le orine abbondano di fosfati alcalini quanto più usano carne che farinacei. E perciocchè le orine siano il prodotto d'una secrezione diretta ad eliminare dal sangue materie solubili incapaci di venire assimilate, cotesta differenza in fosfati rimane confermata dall'esperienze del VERDEIL che nelle ceneri del sangue di un cane nutrito soltanto di carne rinvenne il 12,75 per 100 in fosfati, e solo il 9 in altro cane alimentato di pane e di pomi di terra. E per avventura appunto dalla maggior copia d'*acido fosforico*, può derivare l'acidità dell'orine de' carnivori a confronto di quelle degli erbivori, il cui sangue d'altronde non eccede in fosfati il 2, o 3 per 100 delle sue ceneri. La singolare efficacia delle orine trova il suo fondamento in questa spiegazione del LIEBIG. Gli alimenti introducono *azoto* nell'organismo animale: questo *azoto* ogni giorno viene eliminato in forma di *urea*. Di più nell'orina ritrovansi tutti gli alcali ingeriti negli alimenti, non meno che i *fosfati* e *solfati solubili* (1).

II. Escrementi.

3185. L'**origine degli escrementi** ripetesi da materie alimentarie, nel loro transito e soggiorno entro la macchina organica sfuggite alla liquefazione (2). Più razionalmente vorrai ritenere costituirsi eglino di quella porzione che nelle materie apprese dall'animale per nutrirsi, non è fatta per alimentarlo: parte cioè non assimilabile, non nutrizia, perciò reietta dall'organismo (3). Con quella prima definizione, gli escrementi di un individuo potrebbero servire a nutrirne un altro. Vuolsi ammettere tuttavolta che alcuna porzione delle fecce non sia disaccompagnata per varie circostanze da residui alimentarii, come pure da materie grasse, ed alcune altre sostanze solubili ed insolubili che il chimico non conosce e quindi chiama di natura indeterminata. L'agronomo però ponga mente a questo. Del pari che la corteccia dell'albero mano a mano fendesi in iscaglie che in parte si separano dal tronco per far luogo allo strato novello che sotto vi cresce, e ne prende il posto: così nell'interno anche della macchina animale alcuni tessuti si usano, e frustandosi, mercè quell'incessante virtù riparatrice dell'organismo cedendo il posto a novelli tessuti,

---

(1) LIEBIG. *Lettres sur la Chimie*. XXV, pag. 255-256.
(2) REGNAULT. IV, *Chim. Organique*, § 1718.
(3) Oltre le sostanze che non subirono verun cangiamento dall'azione degli organi di nutrizione, negli escrementi solidi si contengono le sostanze indigeribili come in principio *legnoso*, la *clorofilla*, la *cera* che più o meno modificate vengono espulse.

vengono reietti cogli escrementi. Quindi, senza affermare col LIEBIG ed altri, che gli escrementi solidi manchino assolutamente d'azoto, vuolsi però ritenere per indubitato, che gran parte dell'azoto che vi si rinviene ha sorgente dalle secrezioni intestinali che sussidiano l'evacuazione delle materie escrementizie.

3186. La **qualità degli escrementi** varia dunque secondo la natura degli alimenti e secondo la specialità dell'essere da cui quelli provengono. Si compongono 1° quasi per intero delle materie de' cibi non digerite; 2° in parte eziandio d' altre separate dall' individuo, ad esempio, principii della bile, muco ecc.

1° Gli erbivori infatti espellono fecce in cui rinviensi principio legnoso, clorofilla, epidermide vegetale, talora sostanze resinose, e molti sali (1) e quando nutronsi di piante salate, danno escrementi utili alle fabbriche di sale ammoniaco. Quelli dei cani, perciocchè divorino ossa, abbondano di materie terrose: e da' carnivori in generale sono reiette fibre tendinee, e residui d'altri cibi non perchè disacconci alla nutrizione, ma per insufficienza di facoltà digerente rifiutati dall'organismo.

2° Secondo il LIEBIG, l'uomo segrega in un giorno 500 a 700 grammi di bile, della quale n'espelle la cinquantesima parte. Secondo il BERZELIUS, ad esempio, in 100 parti d'escrementi umani, oltre la bile ed altre materie solubili nell'acqua, si troverebbero 14 parti di materia insolubile aggiunta negli intestini composta di muco, resina, biliare, grasso, e materie animali particolari, come sarà da vedere in altro luogo parlando de' concimi.

3187. **L'alcalinità, o acidità** degli escrementi sarebbe notizia molto opportuna per gli agronomi, come spero dimostrare in suo luogo nel XIV LIBRO. Ma i Chimici ne affermano quelli dell'uomo, acidi tal fiata, tàl'altra neutri; così lo HALLER e lo SCHULTZ, mentre il JOHN e lo EMMERT li dichiarano *alcalini*. Probabilmente, quando non siavi principio di fermentazione, in generale riusciranno neutri: tali ritengono pur quelli delle vacche il THAER e l'EINHOFF, e quelli delle pecore il LEURET ed il LASSAIGNE.

3188. La **compensazione tra gli escrementi e gli alimenti** non è però esatta, come pretendono i Chimici. E sì teoricamente che praticamente il sostengo. « L'orina e gli escrementi solidi dell'uomo e degli animali ci somministrano, afferma il LIEBIG, tutto l'azoto, non meno che le sostanze minerali solubili ed insolubili, contenute primitivamente negli alimenti: e siccome tali sostanze traggono la loro origine dalla terra de' nostri campi, ne segue chiaramente che l'orina e le fecce rappresentano le parti che vennero sottratte alla terra nella forma di semi, radici, foglie » (2). E più innanzi afferma la sola perdita reale cui non ponno opporsi i nostri costumi, consistere nel fosfato dell'ossa che l'uomo ripone entro la tomba. Ma oltrecchè non le ossa soltanto racchiude il sepolcro, un grandissimo spreco di sostanze animali e vegetali avvien tuttogiorno, che se ne vola per l'atmosfera, o si profonda negli abissi del mare. Non contare, se t'aggrada, il parziale consumo che ciascun uomo fa individualmente,

(1) Lo scoiattolo *Sciurus vocella* pascendosi di germogli di piante resinose, rende escrementi, per affermazione del TREVIRANUS, combustibili con fiamma vivacissima.
(2) LIEBIG. *Nouv. Lettres sur la Chimie.* Lettre XI.

convertendo in sostanza propria quanto occorre per passare dal piccolo corpo del bambino a quello tanto maggiore dell'uomo, e prima quanto gliene abbisogna per la vita uterina; ommetti tutto il materiale necessario al crescimento del minimo germe nell'ovaja della madre fino al compiuto sviluppo dell'individuo adulto. Ma potrai tenere in conto di nonnulla quanto s'elimina per via di traspirazione, e il sudore e la scialiva e tante perdite pur minime ma incessanti che avvengono di materie non restituite ai campi d'onde si trassero gli alimenti?

3189. La **valutazione degli escrementi**, dedotta esattamente dall'alimentazione dell'animale, vuolsi quindi tenere per investigazione scientifica più che per regola pratica, ove non si limiti ad una estimazione approssimativa delle sole sostanze minerali. Ad esempio, somministrando giornalmente chilogr. 7,5 di fieno, e 2,25 di avena ad un cavallo, n'ho il consumo mensile di 225 chilogr. di fieno, e 67,5 di avena. Siccome l'avena riducesi in cenere al 4 per 0|0 del suo peso, ed il fieno al 5 per 0|0, probabilmente gli escrementi del cavallo, in un mese, conterranno

$$\frac{225 \times 5}{100} + \frac{67,5 \times 4}{100} = 11,25 + 2,70 = 13,95$$

di sostanze minerali: e conoscendo in qual proporzione si trovino la silice, gli alcali e i fosfati nelle ceneri di fieno e di avena, ne dedurrò che rinvengansi negli escrementi (tra solidi e liquidi) del cavallo, in analoga quantità e proporzione.

3190. **Altra esagerazione** sarebbe il credere che lo sterco de' majali nutriti di piselli e pomi di terra, servisse unicamente per concimare piselli e pomi di terra. Gli è naturale che l'egestioni di vacche nutrite di medica e di barbabietole contengano principii minerali che in queste piante si rinvengono. Ma la colombina, ad esempio, quantunque i piccioni d'ordinario non s'alimentino di grani di frumento, nè di canapuccia, nè di linseme, tuttavolta adoperata per queste piante, offre mirabili risultamenti. Adunque in generale, la diversa natura di egestioni confà egregiamente alle piante analoghe a quelle usate per cibo dall'animale, ma non convien interpetrare questo precetto alla lettera: altrimenti sarebbe impossibile trar frumento, frumentone, canapa ecc. adoperando letame di stalla il quale proviene da bestie cui certo nè frumento, nè frumentone, nè canapa si darà mai da mangiare. Rimane però sempre convalidato teoricamente e praticamente il principio di procacciare nella fabbricazione dei letami, di aggiugnere, mediante lo sterno, quelle materie d'impatto che rappresentano fusti o parti di que' vegetali che si vogliono coltivare. Non loderai pertanto il massaio che porge a' prati concio di stalla fatto con lettiera di paglia di grano, o di fusti di maïs. Nè imiterai chi non ridona quella paglia in forma di escremento, o servita per lettiera, al campo destinato alla produzione del frumento.

Art. IV. Chimica agraria de' corpi organizzati viventi.

3191. Tra le sostanze sin qui annoverate, perciocchè siasi piuttosto avuto riflesso alla loro composizione che ad altro, non ne segue che, all'eccezione delle secrezioni escrementali, non abbiano tutte officii e funzioni indispensabili all'esistenza normale del corpo organico al quale appartengono. La CHIMICA AGRARIA, nel senso secondo il quale l'ho definita (§ 2708), non s'intrattiene de' fenomeni speciali di combinazioni, decomposizioni, o, se vuoi, metamorfosi quali accadono nelle sostanze organizzate o in quelle ch'esse contengono, ovvero quali sono dalle medesime subite o prodotte. Occorre il sussidio dell'altre nozioni e botaniche, e zoologiche, e più specialmente il concorso di quella scienza si attraente e meravigliosa ch'è la fisiologia. Per la qual cosa, nella singolare trattazione delle piante o degli animali, procaccerò di svolgerne la cognizione *fisica*, *chimica*, *anatomica*, ed in fine *fisiologica* (1), intantochè di presente ho carico di far precedere l'investigazione dell'organamento, con brevi tocchi su quei fenomeni generali la cui spiegazione vien chiarita dalla Chimica organica, come da lei emergente. Li distingno per tre ordini d'investigazione :

I. AZIONE DEGLI AGENTI ESTERIORI.
II. SOSTANZE ORGANIZZATE.
III. FUNZIONI CHIMICHE DELL'ORGANISMO.

Si comprenderà che questo mio abbozzo di Chimica organica agricola non può estendersi quanto quelle de' celebri autori, i quali occupandosi della Chimica agraria, presuppongono cognite al lettore la CHIMICA GENERALE, la BOTANICA, la ZOOLOGIA, la FISIOLOGIA ecc. Io non mi scosto punto nè poco dal mio PRODROMO, il quale m'impone di non tener per note al benevolo cui interessano questi miei poveri studii, che le cognizioni da me fatte precedere sino al punto cui sia pervenuta la mia trattazione. Avverta poi l'agronomo, a quella preziosa distinzione che il GALLINI creava nella dottrina fisiologica dell'uomo, dividendolo in *vegetante* e *senziente* (2), dottrina di cui si fregiò il BICHAT, e divenne celebre perchè apprende subito il concetto della somma analogia fra le funzioni organiche delle piante e quelle degli animali. Quindi trascelgo indifferentemente dall'uno o dall'altro regno le investigazioni *chimico-agrarie* che mi paiono più utili a sapersi, giacchè nel far seguito alle medesime cogli speciali studii fisiologici, riusciranno a coadiuvarsi reciprocamente nella interpretazione compiuta de' vitali fenomeni degli esseri organizzati.

---

(1) Vedi il SOMMARIO così del V che del VI LIBRO, annessi al PRODROMO. Vol. I°, pagina XXVI.

(2) STEFANO GALLINI. *Saggio di osservazioni concernenti i nuovi progressi della fisica del corpo umano.* 1792.

I. Agenti esteriori.

[1] L'aria.

5192. Un **germe**, una *gemma*, un *seme*, un *uovo*, contiene in se stesso l'essenza del futuro organismo: virtualmente vi esiste la vita dell'individuo, se la fecondazione vi operò il suo indispensabile concorso. Ma quel germe comecchè fecondato, si rimane con una vita inerte, inattiva, se l'aria, l'umidità e il calorico non la scuotano da quel riposo, e non diano impulso e facoltà di svolgersi alla di lei potenza di esercitare le proprie funzioni. Similmente avviene dell'essere già sviluppato: se gli manchi il concorso degli agenti esteriori, l'organico rotismo s'allenta, poi si ferma, e l'organamento scomponesi. Certe classi d'animali detti a sangue freddo, per alcun tempo campano la vita senza quel concorso, ed anco alcuni mammiferi se ne passano in quello stato che chiamano d'ibernazione. Oltre quel letargo di cui dissi al § 122 ecc., vedrai molluschi e rettili vivere alcun tempo senz'aria, ovvero in aria irrespirabile, e senza punto nutrirsi; ma trapassate certe epoche e certi limiti, uscire di vita. Forse tutti gli esseri organici sopportano la privazione di luce: però sempre a patto di vivere stentata vita, intristire, e alla fin fine soccombere.

5193. Ridico dell'**atmosferica influenza sui vegetabili**, tenendo per sufficiente quanto esposi intorno quella degl'*imponderabili*, ossia della *sostanza eterea*. Ora non m'intratterrò dell'*embriogenia*, ed altre stupende funzioni fisiologiche: ma questi fatti ammettono in parte notevole l'intervento dell'azione chimica. La vita vegetativa, ad esempio, ne' semi o grani si rimane inerte, e quasi senz'altra esistenza fuorchè di perdurare nel proprio stato, e conservarsi quasi indefinitamente, se l'umidità, o il calore, o gl'insetti non le diano molestia; nel suo risveglio, per così dire, i primi sviluppi della pianticella e delle sue radici succedono a spese della materia amilacea: l'amido cangiasi in destrina ed in zucchero, il quale nutrendo le infinite monadi, le conforma in cellule componenti i primi tessuti cellulari del nascente vegetabile. Nel qual primordio di sviluppamento pare che avvenga l'opposito di quanto di poi. Infatti accade svolgimento d'*acido carbonico*, e tale uopo d'*ossigeno*, che germogliamento non segue in aria che ne sia priva. E vedi quanto l'intervento dell'aria sia importante per l'*ossigeno* che cede al germoglio che spunta.

5194. **Crescendo il vegetabile**, invece, dall'aria bee *acido carbonico* in un colla luce, senza la quale e' non avrebbe virtù di scinder di certa guisa quell'aria, e trarne l'*acido carbonico*, rigettando l'*ossigeno* con quasi tutto l'*azoto*; dal vapore acqueo poi dell'aria medesima ricatta l'*idrogeno*. Questi fenomeni furono già dimostrati accennando le relative sperienze (§ 2855). Della assimilazione d'*azoto*, vigorosamente combattuta anche oggigiorno tra il Boussingault e il Ville (1), riparlerò nel VII Libro. Ora citerò solo l'esperienza

(1) Questione prima avvenuta tra il Liebig e il Mulder, che in ultima analisi risolvesi nel sapere se l'azoto dell'aria possa essere assimilato libero, ovvero unito al di lei idrogeno. V. Compt. R. Acad. des Sciences. 1 sem 1854.

da fare come consiglia il REGNAULT (1). Prendi alquanti grani, notane il peso e li semina in un suolo formato di mattone pesto e sabbia quarzosa, ben calcinati. Copri il tutto con campana di vetro che lasci modo di conservare umidità sufficiente, e moderare l'azione del Sole: e sia traversata da una corrente d'aria. Ottenuto il germogliamento e lo sviluppo delle piante, comecchè languido e scarso, per la compiuta sterilità di quel suolo artificiale, tuttavolta coll'analisi troverai nelle medesime aumento di *carbonio* e d'*azoto* sovra quello che conteneasi ne' grani, e ti converrà conchiudere che desse han preso *carbonio* ed *azoto* dall'*atmosfera*. L'influenza de' vapori ammoniacali contenuti nell'aria, ed il POSILIPO di NAPOLI ne addusse prove sperimentali (2), dimostra ognor più l'importanza dell'aria nella nutrizione vegetale.

3195. L'**aria per gli animali** poi è sì necessaria da non potere eglino, almeno la maggior parte, rimaner privi un solo istante senza soccombere. I *vertebrati* in ispecie coll'*ispirazione* la introducono ne' polmoni, coll'*espirazione* la espellono. In questo passaggio l'aria cede all'essere organico il suo *ossigeno* che va nel sangue, e si carica di gas *acido carbonico* che il sangue separa. Quivi pure l'azoto adempie a due funzioni: l'una di allungar, per così dire, l'*ossigeno*, il quale puro sì energicamente favorirebbe l'organico procedimento da nuocergli e distruggere il corpo organato, quantunque le sperienze dell'ALLEN, PEPY, LAVOISIER, SEGUIN ecc. dimostrino che per qualche tempo gli animali possano resistere anco nell' ossigeno puro. Tutti per converso riconoscono la pronta morte conseguente dall'*acido carbonico*. E sino dal **1615** Domenico PACCAROLO, medico ROMANO, propose d'introdurre aria ne' polmoni per le asfissie cagionate dai vapori di carbone, mercè l'uso de' soffietti, che fu poi solo nel **1740** conosciuto in FRANCIA (3) e di cui parecchi si attribuirono l'invenzione.

3196. Si **modifica l'aria che si respira**, come si è detto, ricambiandosi il suo *ossigeno* coll'*acido carbonico* del sangue, mentre l'*azoto* dell'aria stessa passa in minima quantità nel sangue, e più spesso da questo si porta a quella (4). Cotesti cangiamenti dell'aria respirata, non solo diversificano in varii animali, ma negli individui della stessa specie: differenze però molto maggiori tra una classe ed un'altra. Ad esempio, dai REGNAULT, REISET e MILLON si analizzano di questa guisa i risultati della respirazione de' seguenti animali:

	CANE in ore 24,30′		CONIGLIO in ore 42,45′		POLLO in ore 63	
Ossigeno tolto dall'aria	gram.	182,288	gram.	170,520	gram.	85,425
Acido carbonico espirato	»	185,961	»	175,432	»	107,252
Azoto espirato	»	0,182	»	0,550	»	1,252

Ma in questo apparente consumo d'*ossigeno*, convien calcolare quello contenuto nell'*acido carbonico*, onde risulterebbe

---

(1) REGNAULT. Cours Élém. de Chimie, § 1645.
(2) SELMI. Note al REGNAULT. Corso di Chimica, Vol. IV, pag. 639.
(3) MANNI PIETRO. Manuale pratico per la cura delle Asfissie. ROMA 1833.
(4) TOMMASI. Ist. di Fisiol., 2 Ediz., I°, pag. 346.

		CANE		CONIGLIO		POLLO
Ossigeno tolto all'aria . . .	gram.	182,288	gr.	170,520	gram.	85,425
Ossigeno restituito nell'*acido* carbonico	»	135,244	»	126,161	»	77,987
Ossigeno consumato	gram.	47,044	gr.	44,359	gram.	7,436

Dissi consumato per valermi dell'espressione dei detti chimici, le cui analisi hanno quasi piena conferma dalle sperienze del VALENTIN e del BRUNNER; ma vuolsi intendere rattenuto in suo pro dall'animale. Aggiunsi poi quella deduzione dall'*ossigeno* espirato da quello ispirato, affinchè trovandosi dallo SCHARLING calcolato quel consumo d'ossigeno per la comune degli uomini, a grammi 45,05 nel tempo d'un'ora, facciasi la detrazione della quantità di *ossigeno* restituito nella contemporanea espirazione dell'*acido carbonico*.

3197. Senonchè vengo oltrando in cammino pressochè nuovo, non avendo ancor fatto cenno delle nozioni fisiologiche indispensabili in coteste chimiche perscrutazioni. Sono quindi astretto a soggiugnere unicamente qualche tocco fuggevole sulla natura chimica delle sostanze organizzate viventi, riserbando al VII LIBRO l'altre molte esplicazioni che la CHIMICA ORGANICA porge a luminoso sussidio nell'interpretazione de' più mirabili fenomeni della Natura che forman subbietto delle cotidiane occupazioni dell'agronomo.

[2] Azione dell'uomo.

3198. **L'opera dell'uomo è legge di natura.** Tuttochè sembri egli avversare l'esistenza d'animali e di piante, se con più larga veduta osserviamo i fatti, e investighiamo le grandi condizioni cosmologiche, rileveremo nell'uomo, oltre la più sublime missione come essere intelligente affidatagli dal Creatore, quella di proteggere un ordine di esseri organici esili, inermi, intolleranti delle vicende atmosferiche, pe'quali probabilmente senza l'opera del medesimo sarebbe assai difficile la conservazione della specie. Tuttavolta l'uomo pe' di lui bisogni, e piaceri, o anco capricci, troppo si vale del poter suo, e dimentica che può egli sostenere certa qual lotta colla Natura, non avversandola, ma unicamente coll'assecondarla.

3199. Colle **prime generazioni** dei vegetabili coltivati, non sostengono paragone l'altre per lungo tempo succedute. Una specie di decadimento, il quale a stima del DUMAS eserciterebbe non lieve influenza sulla prosperità delle popolazioni (1) deriva tuttavolta non solo com'esso crede, perchè alla terra

(1) *Ne voyez-vous pas l'espèce humaine toujours attirée par la terre vierge, y trouver cette nourriture facile et abondante qui développe les forces physiques, qui élève la sève morale, et qui crée à la civilisation des foyers nouveaux, toujours plus énergiques, faits pour absorber leurs aînés, toujours jaloux d'eux, et ardents à les soumettre ou à les détruire? N'est-ce pas de nos jours l'histoire des États-Unis et de la Nouvelle Hollande? Antique civilisation de l'Orient, de la Grèce, et de Rome, quelle est la part qu'il faut faire dans votre décadence et dans votre disparition à l'appauvrissement successif du sol qui vous vit éclore? Une part bien grande sans doute, car pour l'empire romain en particulier, on voit dans l'histoire sa chute s'annoncer, et devenir imminente, à mesure que la campagne romaine perd sa fertilité pour la production des céréales.* DUMAS, Discours au Congrès des Agriculteurs du Nord, 1852.

non venga integralmente restituito quanto gli si toglie ne' ricolti, ma perchè ciò può avvenire eziandio nell'atmosfera e nel clima de' luoghi coltivati. Molte volte la decadenza e la deteriorata costituzione, o men rigoglioso e fecondo sviluppo d'una specie di piante, si vuol ripetere da crescente povertà nel suolo d'un principio essenziale al normale successo del vegetabile: questo si disse accadere della potassa rispetto al mal essere delle barbabietole; per lo contrario lo SCHLEIDEN professore a JENA vede la causa della ruggine, dello sprone, della cancrena, della malattia delle stesse barbabietole, de' pomi di terra, della vite ecc. in un eccesso di fosfati contenuti nelle terre. Adunque, secondo il DUMAS, l'imperfezione dell'arte del coltivare produrrebbe gli effetti dovuti secondo lo SCHLEIDEN alla coltivazione troppo perfetta. Senza spaziare ne' campi celesti per richiedere alla COSMOGONIA come ha fatto il BOUBÉE (1) l'esplicazione di fenomeni, per mia stima, altrimenti osservabili, reputo avere a bastante accennati gli effetti della domesticità nel CAP. III, al § **144**, in ispecie intorno l'influenza della coltivazione sulla longevità delle piante. Quando veggiamo il cadavere d'un quadrupede celare ne' suoi visceri, nella sua carne una popolazione di vermi, s'ha egli a conchiudere, come giustamente domanda il DUFOUR, s'ha egli a ritenere che i *Sarcophaga*, i *Silpha*, i *Necrophorus*, gli *Staphilinus*, e i *Dermestes* generatori di quelle larve, sieno la causa della morte del quadrupede? Non dissimilmente l'*Oïdium*, la *Bothrytis Bussiana* e tanti altri esseri incolpabili almeno come causa primitiva, velano l'origine della malattia della vite, del calcino delle alterazioni delle barbabietole, de' pomi di terra ecc. che forse dipende dall'uomo!

[3] L'acqua.

5200. **Vivono nell'acqua esseri organici**, cioè non poche piante, e infiniti animali. Ma se l'acqua colla bollizione si depauperi d'aria, come s'avvertì per lo addietro, la massima parte di quegli esseri non conserva la vita. Pel diverso modo col quale i liquidi si compenetrano dai gas, ne segue notevole differenza nella costituzione dell'aria imprigionata nell'acqua, e l'altra libera dell'atmosfera. Nel LIBRO della METEOROLOGIA terrò conto di questo fatto, il quale indirettamente dimostrando i cangiamenti che dee subire la composizione dell'aria atmosferica durante scroscii d'acqua che cadano sulla terra per tempo non breve, offrono la probabile spiegazione d'alcuni effetti difficili a chiarire come aventi causa unicamente dalle pioggie. Delle proprietà chimiche dell'acqua s'è detto a sufficienza, ora non potrebbe farsi chiara l'influenza e partecipazione massima di questo agente nella sussistenza dell'organismo, senza penetrare nella investigazione fisiologica del medesimo.

5201. **Abbonda l'acqua nell'essere organico** in tal copia da rappresentare di frequente dalle 50 alle 90 parti in peso sovra 100 (2). Se dessa ci appare *negativa* rispetto a tutti gli acidi ed alle dissoluzioni saturate di sali neutri, è per lo contrario *positiva* in relazione agli *alcali* (3) non si può a meno

(1) NÉRÉE BOUBÉE. *Réforme agricole*. Juillet 1852.
(2) Th. DE SAUSSURE. *Recherc. Chim.*, Chap. VII, § 1.
(3) Il VAUQUELIN trovò la linfa dell'olmo sì povera di materie solide, da conchiudere, che se queste sole contribuissero al crescimento degli alberi, converrebbe supporre

di rilevare nell'acqua, oltre le sue proprietà fisiche e chimiche, una tal quale destinazione che il leggitore sagace il quale rammenti il significato rispondente per mia stima agli aggiunti di *negativo* e *positivo* (CAP. VII) non mancherà di comprendere. Ma di questo argomento si vorrà pur attendere, in altro luogo, più adeguato esplicamento.

[4] Agenti diversi.

3202. L'**influenza dell'elettrico** più volte da me ricordata in un senso fin ora disveduto dai fisici, e dai chimici (se n'eccetui il BERZELIUS) richiama qualche altra osservazione. La quantità d'elettricità, che il BECQUEREL chiamerebbe associata, ed io penso incorporata nelle molecole materiali, se in queste risulta sì prodigiosa da spaventare l'immaginazione (1), probabilmente non esiste in minor copia nelle molecole organiche. Se per effetto delle azioni chimiche nelle sostanze materiali havvi sviluppo d'elettricità, è possibile che del pari non avvenga nelle combinazioni, o scomposizioni incessantemente prodotte nell'organismo vivente? Or ora accennai la funzione benefica, quasi direi provvidenziale dell'acqua, cioè quel suo diportarsi come *negativa* in faccia agli *acidi*, e *positiva* a petto degli *alcali*. Non sembra essa pertanto destinata a rendere le combinazioni e scomposizioni necessarie all'organismo, placide, temperate e regolari, moderando quella soverchia prontezza o intensione che avverrebbe nell'immediato contatto delle sostanze tanto svariate che per l'ufficio dell'alimentazione penetrano nell'organico macchinismo? E questo in ispecie per la nota veemenza dell'elettrico ne' suoi trasporti da un corpo all'altro?

3203. La **luce, incitatrice e sostenitrice dell'organica plasticità** si vuole dai fisiologi. La di lei influenza singolarmente sull'atto principale della vegetazione più volte ebbi a memorare. Nel regno animale visibilmente agisce sul coloramento della cute. Il MILNE EDWARDS constatò accelerarsi dall'azion luminosa lo svolgimento embriogenico dell'uova di rane, e la permutazione dei girini in animali perfetti. Coll'oscurità notiamo analoghi effetti negli esseri di ambo i regni: lo scoloramento nelle piante, come nell'uomo; l'esilità degli steli, come la floscia complessione degli animali privati di luce. Vedi addietro i §§ 2511 ecc., 2989 ecc. Quando s'instituiranno sperienze analoghe alle recenti dello SLATER (2) molti fatti non potranno spiegarsi senz'ammettere la proprietà quasi direi *plastica*, o formativa della luce.

3204. Gli **effetti del caldo e del freddo** si rendono sensibili e talora funesti alle piante, ed agli animali in causa della conducibilità degli organici tessuti, la quale però ha limiti che rendono sopportabili gli eccessi di temperatura ove non giungano a gradi straordinarii. Se il DELAROCHE, il BER-

---

attraversato il loro tessuto da tale passaggio d'acqua che sarebbe necessario ne passassero 1626 miriagramma, perchè un olmo crescesse miriagr. 4,80. VAUQUELIN. *Expér. sur les sèves des végétaux*. PARIS 1799.

(1) BECQUEREL. *Nouv. Rech. sur les principes qui régissent le dégagement de l'électricité dans les actions chimiques*. Compt. R. de l'Acad. des Sciences (24 Avril 1854).

(2) Vedine il sunto dell'INSTITUT (Tome XXI, pag. 135 e 136) sui *Risultati d'esperienze relative all'azione chimica della luce*, per M. J. W. SLATER, pubblicati nella *Chemic. Gaz.* (1° Sett. 1852), e Phil. e Mag. (Genn. 1853).

GER, il BLAGDEN, il BACK ecc. pervennero a sopportare temperature solo d'un grado inferiori a quella dell'acqua bollente, non segue che nel frattanto la temperatura propria del loro corpo si elevasse di tanto, ed anzi non avrà oltrepassato di 10 a 12 gradi quella normale di 36° a 37° centigradi. La invariabilità della temperatura propria dell'essere organico, qualunque sia il clima in cui vive, sorprende qual si sia studioso della Natura che pensi come mai l'uomo o l'animale abitatori del polo abbiano la stessa temperatura dell'uomo o animale della zona torrida (1). Questo fenomeno in gran parte si spiega col chimico processo di combustione, che l'ossigeno incessantemente respirato, incessantemente avviva coll'idrogeno o il carbonio degli alimenti, ne' tessuti del sangue. Se non che dee bastare per ora quanto in più volte s'è investigato sul calore e nel presente e nel VII CAPILOLO; dirne più oltre non si pare convenevole senza premettere le fisiologiche nozioni al V e VI LIBRO appartenenti.

3205. Gli **alimenti**, quali **esterni agenti** vorrà chiunque considerare. Ma non si prendano per istimoli chiamati a risveglio dell'organica attività (2). L'arso (coke) che poni sulla grata del generatore a vapore, non istimola puramente l'acqua che in questo dee trasmutare, ma si consuma e converte il calor proprio in calore che l'acqua rattiene sino al punto di farsi vapore. Nè questo confronto s'abbia per sufficiente. Conciossiachè la *monade* della sostanza organica per assumere la sua forma, condizioni, e proprietà dell'essere organato, ha mestieri di quel *sottostrato materiale* che concorre a edificare di certa guisa tutto lo sviluppo necessario al *blastema* o parte essenziale dell' embrione per divenire pianta o animale perfetto e riproduttore d'altro *blastema*. Se adunque gli alimenti non costituiscono sempre l'essenza della sostanza organica, ne informano in gran parte la compage, siccome a suo luogo farò più chiaro e intendevole.

II. SOSTANZE ORGANIZZATE.

3206. Lo **stupendo magistero dell'organismo** si disvela singolarmente in quelle sostanze organiche cui compete una vera e speciale organizzazione. Veggiamo un liquido trasparente, senz'odore, senza colore che scambieremmo con acqua pura e tuttavia contenere cellulette o vuoi globuli particolari dotati di proprietà, di movimenti ecc.; ma tuttociò meglio si comprende ed apprezza anche da fuggevole studio d'investigazione intorno le sostanze medesime.

[1] Chimico studio del sangue.

3207. Il **sangue non è acqua**: verità vecchia più del gallo di monna checca, ma che l'agronomo vorrà sempre tenere a ordine, quante volte avrà

(1) Abbiasi presente quanto s'è trattato sul calorico nell' ART. II della SEZ. III del CAPIT. VII.

(2) Il RASORI trovò la general legge di fisica animale, che non tutte cose applicate alla fibra animale vivente *stimolano*, ma gran parte di esse opera l'opposito effetto, cioè *controstimola*, e scoprì la forza *controstimolante* della digitale (che tanto tempo dipoi pretese l'HOSAK di NUOVA YORK di annunciare quale sua scoperta). Ma di questa virtù, o condizione, o proprietà che voglia dirsi, verrà in suo luogo la debita dichiarazione.

infermo alcun domestico animale, e così l'apprezzassero i medici che dissanguano gli uomini! Indagato col microscopio il sangue appena tratto da un animale vertebrato, appare un liquido scolorato pieno di rossi globetti, cui posero nome di *globuli sanguigni* e primo scopriva il MALPIGHI. I quali nell'uomo e nella più parte de' mammiferi hanno foggia di piccoli dischi piatti e circolari: invece elittici negli uccelli, ne' pesci e ne'rettili. Piccolissimi nelle capre (1|260 di millimetro in diametro) alquanto maggiori nell'uomo (1|120 di millim.) e più grandi che gli altri ne' batraciani e ne' rettili. Perciò nel sangue di rana più agevolmente si distinguono quali nella fig. 769 li scorgi, elittici, piatti, colla parte cen-

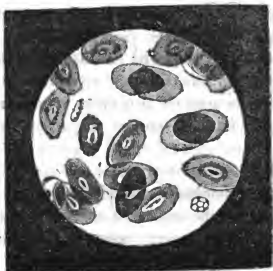
Fig. 769.

trale (che n'è il *nucleo*) meno colorata. Nell'altra (fig. 770) vedi i globuli sanguigni dell'uomo, con nocciuolo meno distinguibile (1). Oltre i rossi nuotan pure

Fig. 770.

(1) La quantità dei globuli aumenta in ispecie nelle malattie infiammatorie. In 1000 parti di sangue, nell'uomo sano, 115 ne compongono i globuli, secondo calcoli del BECQUEREL e RODIER, del GORUP-BESANEZ, e dello SCHERER: e di 120 a 130 secondo quelli del DONDERS e LECANU.

in quel liquido altri globuli bianchi, simili a quelli natanti nel chilo, e forse composti di sostanza grassa; nè i bianchi, nè i rossi contengono fibrina, la quale sta diffusa nel liquido, a modo da passare con esso per la carta bibula.

5208. Quel **liquido** è bensì acqua, ma carica di *albumina*, di *fibrina*, di *materie grasse* con *solfo*, con *fosforo*, di sali in gran numero, e di gas in soluzione, cioè l'*ossigeno*, l'*acido carbonico* e l'*azoto*. Nota due cose:

1° non v'è quasi sostanza che costituisca il corpo dell'animale, vuoi oltre l'indicate, *cloruro di potassio*, *di sodio*, *cloridrati d'ammoniaca*, e *solfati*, e *fosfati*, e *calce*, e *magnesia*, e sali alcalini formati dagli *acidi grassi*, e dall'*acido lattico* ecc. tutti i materiali insomma destinati all'organismo si rinvengono disciolti in questo liquido;

2° è sì costantemente *alcalino*, che la vita dell'animale si spegne se il suo sangue volge all'*acidità*. Perchè adunque medici e veterinarii non fan calcolo della maggiore o minore *alcalinità* del sangue, ch'estraggono dall'infermo, e che non sarebbe poi sì malagevole da esplorare?

5209. Le **materie minerali del sangue** risultano principalmente le seguenti nell'analisi delle ceneri di varii animali.

CENERI del sangue di	*Acido fosforico*	*Alcali* (1)	*Acido carbonico*	Secondo analisi del
Uomo	31,787	38,993	3,783	VERDEIL
Agnello . . .	14,080	59,166	19,047	id.
Bue	14,043	62,161	18,085	STOELZEL
Vacca	20,145	66,578	9,848	VERDEIL
Maiale	36,005	54,016	——	STRECKER
Pollo	47,026	50,063	——	HENNEBERG

Nelle quali analisi non fu tenuto conto del ferro, del sal marino, e d'altre materie variabili, come *silice*, *acido solforico* ecc. (2). E le citai per due motivi;

1° perchè rendono ragione dell'accennata alcalinità, sul qual proposito proferisco il dubbio (onde non mi sfugga) che molte volte certe malattie dominanti ne' bestiami potrebbero derivare dal nutrirsi di foraggi cresciuti in terreni difettosi di calce, di soda, e di potassa.

2° Le accennate sostanze riscontransi proporzionali a quelle identiche contenute negli alimenti.

5210. In **siero e caglio** separasi il sangue appena separato dal corpo vivo, vale a dire in un liquido giallastro e trasparente, ed in un coagulo gelatinoso, elastico, e rosso cupo, detto anche *cruore di sangue*. La coagulazione dipende solo dalla *fibrina*, la quale interchiude, o trascina seco i globuli sanguigni. Lo *siero* ci presenta un liquido vischioso, sciocco, però alcun poco salato, e coagula a temperatura di 76° in causa dell'albumina, mentre il sangue

(1) Il MILLON vi ha pure trovato *piombo*, *rame* e *manganese*: il LEHMANN non ha mai rinvenuto nè *piombo* nè *rame*: la differenza dipende dagli alimenti.

(2) Comprendi insieme le *terre alcaline*, e nota che dalle analisi dello ENDERLIN per 100 di *soda* si troverebbe nel sangue d'uomo il 6,5 di *potassa*, in quello di bue circa il doppio. LIEBIG, Nouv. Lettr. sur la Chimie, pag. 158.

si coagula a moderata temperie. La materia rossa vien detta *ematosina* ed è pur senza odore e senza sapore, e contiene sesquiossido di ferro quasi il 10 per 100, cui si attribuisce il color rosso, mentre lo SCHERER conservò al sangue il suo colore, quantunque n'avesse tolto tutto il ferro; ma il TADDEI ed il MULDER fecero dubitare maggiormente intorno cotesta quistione, che meriterebbe d'essere sciolta incontrovertibilmente, giacchè dimostrerebbe indirettamente ch'esiste ovunque ne' terreni una quantità sensibile di ferro.

5211. **L'analisi del sangue è malagevole**, onde conviene accogliere con certa cautela questa ad esempio che ci offrono del sangue venoso dell'uomo sano. Col riposo si separa, per 100 grammi in

COAGULO	gram.	13,0
SIERO	»	87,0
	gram.	100.

La cui composizione risulta

COAGULO				SIERO		
Fibrina		gr.	0,30	Acqua	gr.	79,—
Globuli	*Emasolina* .	»	0,20	Allumina	»	7,00
	Albuminoidi .	»	12,50	Materie grasse . . .	»	0,06
				Sali e basi minerali .	»	0,94
		gram.	13,00		gram.	87,00

Ma, oltrecchè le affermazioni del MULDER vennero combattute dal LIEBIG e l'obbiezioni di questo celebre chimico rintuzzate da altri, e l'analisi dello SCHEERER commendata dal GORUP BESANEZ, che poi le trova il difetto di assegnare quantità di globuli minore del vero, l'esperienze del VERDEIL e MARCET ed altre del LEHMANN pongono in rilievo tante differenze di composizione nel sangue d'uno stesso animale, sia perchè tratto da un' arteria, o piuttosto da vene *sopraepatiche*, o dalla *vena porta*, ovvero prima o dopo del pasto e via discorrendo, che questa parte d'organica analisi non esaurì ancora tutti i necessari cimenti per offerire l'esatta composizione del liquido che diresti quasi organatore della macchina animale, e mi fa ripetere da capo che il sangue non è acqua.

5212. **Sangue delle piante.** Della *circolazione* vuolsi parlare coll'altre fisiologiche indagini: dove eziandio della *cristallizzazione* quale il FUNK, il LEHMANN ed altri conseguirono dai *globuli sanguigni*, sempre ne' limiti di quanto ponno richiedere gli studii d'agricola zoologia. Nel successivo cenno però intorno la *circolazione* considerata ne' suoi chimici effetti (§ 5253 e segⁱ.) potrà intravedersi di che costituiscasi in certo modo il *sangue delle piante*, e rispondere la linfa *ascendente* (§ 5069) al *sangue arterioso*, la *discendente* (§ 5072) al *venoso*.

[2] Linfa animale.

3213. La linfa è come il secondo sangue dell'animale. Trasportata per tutto il corpo entro una rete di vasi particolari, perciò detti *linfatici* (1) come il sangue ha reazione alcalina, com'esso si coagula, ed offre identica composizione, meno i corpuscoli o globuli colorati invece de' quali ha granuli che poi s'aggregano in nuclei, ecc. Contiene adunque fibrina, albumina, materie minerali ecc. Opinano i fisiologi che dal *sangue* tragga direttamente la maggior parte de' suoi elementi. Ed a suo luogo s'investigherà la destinazione di questo liquido, il quale dai vasi *linfatici* vien recato, trasportandolo dalla superficie del sistema venoso a quella de' varii tessuti. La *linfa animale* non può adunque confondersi colla vegetale (§ 3069) che invece hò conghietturato poco dianzi analoga al sangue (§ 3202): essa trova nelle piante il riscontro ne' *succhi nutritori* di cui al § 3077 e successivi.

[3] Chilo.

3214. La **struttura microscopica del chilo** dimostra questo liquido pieno di finissimi granuli dotati dello speciale movimento detto BROWNIANO, contenenti materie grasse ed altre albuminoidi. Probabilmente l'albumina forma la parete, ed il grasso il contenuto di cotesti esilissimi globuli. I quali poi si adunano in nuclei che rivestonsi di aderente membrana, e formano le cellule del chilo, dette *corpuscoli chilosi*. Vuolsi che il *chilo* provenga dal *chimo intestinale*, cioè a dire dalla massa del cibo e delle bevande, posciachè nello stomaco e nell'intestino subirono gli effetti della digestione. Separasi come il sangue in siero e coagulo, alla cui superficie appare uno strato quasi fior di latte, composto di materie grasse. Nel coagulo sembra abbondare più fibrina che non in quello della *linfa animale*. Il chilo è il prodotto della parte che dagli alimenti assorbono i vasi *lattei* o *chiliferi*, i quali metton capo nella superficie dell'intestino e delle membrane onde s'unisce agli altri visceri, i quali poi lo versano ne' vasi sanguigni ove tramuta in sangue. Perciò negli animali a sangue bianco, ad esempio negli scarafaggi, nelle lumache ecc., il chilo dal sangue non si distingue. L'unica differenza consiste per avventura ne' *globuli*, i quali in prossimità dell'intestino si mostrano più piccoli, più irregolari, e si presentano come i rudimenti de' veri globuli sanguigni.

Il *chilo animale* vien pure rappresentato nell'organismo *vegetale* da succhi speciali accennati tra i *nutritori* (§ 3077 e seg.), ma non torna porgere di presente le prove di questa analogia da investigare nel VII LIBRO, e in parte nel V, ove staranno le prime tracce di quella BOTANICA COMPARATA, non quale si concepisce e trattasi dai ST. HILAIRE, PARLATORE ed altri Botanici comecchè

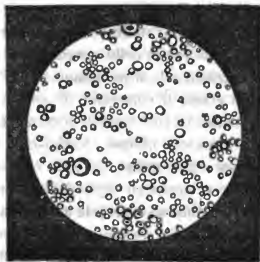
---

(1) Il primo per avventura a conghietturare l'esistenza di cotesti vasi speciali, fu il BERENGARIO da CARPI, cui l'anatomia deve scoperte importanti, di poi ingiustamente attribuite al RONDELET, all'ALBINO ecc.

sapientissimi, ma quale per mia stima (1) deve poggiare sulle orme segnalate dal grande MALPIGHI nella sua incomparabile anatomia delle piante.

[4] Latte.

5215. **Conoscere la natura del latte**, forma parte essenziale dell'agricola tecnologia. La fabbricazione del burro e del formaggio, avvegnachè spesso riesca meglio diretta dall'empirico *casciajo*, o vuoi *cacciaiuolo*, anzichè dal chimico (§ 5023) per ciò appunto maggiormente dee richiamare gli studii dell'agronomo che dalla medesima dee ritrarre considerevole profitto. Hannovi anzi intere provincie ove il perno dell'agricoltura si risolve nella produzione del latte, la massima parte del terreno venendo coltivata a foraggi per la detta destinazione. Il latte non ha d'uopo d'esser descritto. La sua opacità dipende da infinito numero di piccoli globetti di materia grassa che vi stanno sospesi come in emulsione. Esaminata una tenue pellicola di latte col microscopio, offre l'apparenza rappresentata dalla figura 771. Come avviene della farina di frumento

Fig. 771.

in cui trovava il BECCARI due distinte sostanze *vegetale* e *animale*, egualmente affermava del latte (2). D'onde scorgesi se antico fosse il concetto di ritenere il latte composto di sostanze puramente vegetali come proclama vivacemente il DUMAS (3) ed antica parimente la correzione o limitazione di cotesta moderna teoria che l'organismo vegetale edifichi e l'animale sappia soltanto distruggere.

5216. **La crema o fior di latte** si compone degli indicati globetti, i quali, quando il latte riposi in luogo fresco, si recano a galla, e vi compongono quello strato di *crema*. Nè questa forma la parte più nutritiva del latte, la quale è la sostanza azotata, detta *caseo*. Oltre il caseo e la crema, contengonsi nel

---

(1) Vedi le mie *Considerazioni* sulla *Sobrietà nell'applicazione delle scienze all'agricoltura* (20 Genn. 1845). MEMORIE dell'Istit. delle Scienze di BOLOGNA, Tom. I, p. 492.

(2) *Quemadmodum enim in triticea farina, quæ vegetalis indolis tota esse credebatur, duas partes inveneram, quarum altera vegetalis quidem altera animalis esset naturæ; ita in lacte, cujus pariter indoles tota penitus ad vegetabilem naturam pertinere censebatur, nonnihil inesse animalis substantiæ comperi.* B. BECCARI, Comm. de Bon. Sc., Tom. V.

(3) DUMAS. *Essai de Statistique chimique.* Trois. Edit. PARIS 1844.

latte uno zucchero speciale detto *zucchero di latte*, più o meno abbondante, materie *albuminoidi*, e sali *minerali*. Il *burro* si ottiene per la riunione degli accennati globuli grassi. Il JOHNSTON dà il Prospetto seguente, valevole per dimostrare eziandio la differenza delle diverse specie di latte.

	LATTE di				
	Donna	*Vacca*	*Asina*	*Capra*	*Pecora*
CASEINA	1,5	4,5	1,8	4,1	4,5
BURRO	3,6	3,1	0,1	3,3	4,2
ZUCCHERO DI LATTE.	6,5	4,8	6,1	5,3	5,0
MATERIE SALINE . .	0,5	0,6	0,3	0,6	0,7
Acqua	87,9	87,0	91,7	86,7	85,6
	100	100	100	100	100

3217. La **qualità del latte** dipende da molte circostanze, e giovi noverarne alcuna:

1ª. **Influenza della razza dell'animale.** Per norma generale, una vacca in buono stato produce latte, la cui qualità sta in certa ragione inversa della quantità. Pretendesi che le razze piccole delle vacche dieno generalmente poco latte, ma più ricco assai del molto che producono le razze più grosse. Troveremo, ad esempio, in Inghilterra calcolato come segue il prodotto medio di latte da buone vacche, durante 10 mesi per anno.

		Latte per ogni giorno
Razza del DEVONSHIRE	Litri	13,5
» LANCASHIRE	»	9 a 10,5
» CHESHIRE e AYRSHIRE	»	9,—

e tenendo conto del burro, e de' giorni di maggior produzione.

	Latte	Burro	Burro per ogni litro
Razza d'HOLDERNESS . . .	*Litri* 33	*grammi* 1001	*gr.* 30,3
» ALDERNEY	» 21,5	» 708	» 31,5
» DEVON	» 19,3	» 793	» 41,0
» AYRSHIRE	» 22,7	» 968	» 42,6

Ma qual'era il consumo di foraggio delle diverse vacche? Quale la secrezione d'orine e di meta? Quale il numero de' mesi in cui una razza più che l'altra permane lattifera?

3218. 2ª. **Influenza della costituzione dell'animale.** Nella medesima razza hannovi le buone lattifere, le mediocri, come le buonissime e le infeconde. Quattro vacche dell'AYRSHIRE, egualmente nutrite, rendevano nella stessa settimana

	Latte	Burro
La 1ª	Litri 95,5	gram. 1587
La 2ª e la 3ª (ciascuna) .	» 97,7	» 2404
La 4ª	» 100,0	» 3174

Dove la quantità del *latte* non offre sensibile differenza, mentre quella del *burro* nella 4ª vacca raggiugne quasi il doppio dell'altre. L'attitudine a questa produzione, come avverte il JOHNSTON (1), è *costituzionale* al pari dell'attitudine allo ingrassamento. Aggiugni però che spesso vacche facili ad ingrassare risultano mediocremente lattifere: e generalmente le buone lattifere, perdurando nella produzione del latte, additano dimagrando la conversione dell'adipe in secrezione di latte.

5219. 5ª. L'**influenza dell'alimentazione** l'ho quasi per la principale. Non raccomanderò col CULPEPPER l'alno nero (2), la cui scorza d'altronde fornisce un purgante drastico pericoloso: ma consiglierò a suo tempo all'agronomo di fornire abbondanti foraggi alle sue vacche, ed oltracciò di avvertire alle specie diverse de' medesimi, secondochè preferisca la quantità oppure la qualità del latte: anzi applicandosi alla fabbricazione del formaggio, ovvero a quella del burro, le varie fatta d'alimenti risultano più o meno per l'una o per l'altra produzione confacevoli. Perciocchè poi la qualità stessa de' foraggi dipenda sia dalla natura del suolo, sia dal clima, sia dalla coltivazione, tutte queste circostanze spiegano le ragioni de' successi, o della mala riuscita, ora de' segnali ed indizii del sistema GUENON, ora delle razze DURHAM o di quelle di SVITT o di UNTERVALD a petto delle BERNESI o FRIBURGHESI ecc.

5220. La **costituzione chimica del latte** difficilmente potrà quindi prefinirsi. Ho veduto tentativi in estesa scala per ottenere *formaggio di grana*, valendosi di esperti casciaj, e per ovviare all'infelice successo, cimentare per chimici suggerimenti, varie sostanze aggiugnendole al latte, e mi raffermai nel convincimento, che anzichè medicare il latte o le vacche, s'avrebbe dovuto emendare i pascoli e i prati che le alimentano. Ma queste considerazioni torneranno più acconce nella IIª Parte di queste ISTITUZIONI. Soltanto voglio notare una singolarità di molte famiglie di volatili, i quali non essendo mammiferi, porgono latte a' loro figli mediante una secrezione di succo latteo che Tommaso CORNELIO rinvenne il primo nel gozzo de' colombi che allevano figli: osservazione che tanti anni dopo lo HUNTER ispacciava per sua (3).

III. FUNZIONI CHIMICHE DELLA SOSTANZA ORGANIZZATA.

5221. Le **metamorfosi**, o **trasformazioni** delle sostanze interne dell'organismo e dell'esterne che vi penetrano, formano il subbietto delle investigazioni onde la Chimica reca il suo tributo di luce alla fisiologia, la quale si costituisce nell'odierno secolo scienza indipendente, e come tutte l'altre e più forse di molte, incapace di muover passo senza i filosofici aiuti dell'altre scienze. Se vuol conoscere la fonte del calore animale, la Chimica ti soccorre colle sue scoperte sulle funzioni dell'aria atmosferica. Rivelando i principii di cui s'informa la *bile*, fa scorta sulle di lei funzioni nella digestione. Colla teorica della respirazione soccorre a comprendere che sia febbre. Tutti argomenti questi della cooperazione dell'affinità o forza chimica, alla quale però non si dee attri-

(1) JOHNSTON. *Elem. de Chim. Agric.*, trad. EXSCHAW. PARIS 1849, Chap. XIV, Sec. 2.
(2) JOHNSTON, loc. cit., pag. 336.
(3) VILLAROSA. *Ritratti* ecc. di *alcuni uomini di lettere* ecc., NAPOLI 1834.

buire l'unica ragione de' fenomeni della macchina organizzata vivente, perciocchè vi concorrono eziandio le forze fisiche, la temperatura, lo stato elettrico ed analoghe circostanze, sotto il regime poi della forza vitale che spegnendosi lascia all'altre il pieno dominio del corpo organizzato e delle sostanze organiche di cui si compone. Errano perciò coloro che alle sole forze fisiche, o alle sole chimiche, o unicamente alla vitale richiedono la spiegazione del mirabile e complesso fenomeno della esistenza organica, delle sue funzioni, de' suoi effetti. Ed ora ne occorre appunto il cenno della parte che vi rappresenta l'azione chimica.

3222. **Difficile subbietto**, miei leggitori carissimi, si affaccia dunque ai nostri studii: dirò anzi per me difficilissimo perciocchè poco inchinevole a procedere come

Nave che per corrente giù discende.
DANTE, Par. 17

e non so piegarmi ad autorità, comecchè spettabilissime, quando mi soggioghi contrario convincimento, massime poi se da quelle dottrine di cui non resto capacitato, possa derivare alcuna applicazione pratica, per mia stima, infruttuosa. Dissero gli antichi: « La natura dà a ciascuna cosa quel che si conviene » (1). Dunque alla CHIMICA eziandio quel che gli si debbe, ma senza renderla usurpatrice dell'altrui, chè non n'ha d'uopo, tanti sono i lumi ch'essa reca ad ogni ramo dell'umano sapere, ancorchè rimanga alla fisiologia ed all'altre scienze la parte loro rilevantissima nell'esplicazione de' più bei fenomeni naturali. Per la qual cosa niuno meraviglierà se nello svolgere alquante conghietture sulle azioni chimiche intorno ai medesimi (entro i confini dell'istruzione indispensabile al perfetto agronomo) come per le successive applicazioni verrà manifesto, non attribuisco alla Chimica organica quel primato sull'altre scienze, e quasi indipendenza assoluta dalle medesime che gli si vuole odiernamente accordare. Laonde diviserò di certa guisa chimicamente:

In *primo luogo* l'esistenza d'una sostanza organica la quale ha sue pertinenze, dipendenze, e relazioni colle forze chimiche, ma non adempie alle proprie funzioni per unica efficacia o virtù delle medesime.

Secondamente dimostrerò con argomenti di autori chimici, che gli stessi fenomeni della sostanza puramente materiale non sono a capello chimicamente noti ed esplicati.

Terzamente, la conferma della aggiunzione della sostanza *eterea* con funzione informativa dell'organamento.

3223. Le **funzioni de' corpi organizzati** (e s'intende viventi, perciocchè privi di vita non hanno facoltà di funzioni proprie, ma soltanto soggiaciono alle mutazioni cagionate dagli agenti esteriori) i cambiamenti, i fenomeni che producono gli esseri viventi vegetali o animali, si possono prendere a subbietto d'osservazione e di studio seguendo un ordine per virtù di mirabile analogia comune tanto al vegetal regno che all'animale. Perciò dopo le accennate premesse generali, scendendo ai particolari dei fenomeni operati dalla sostanza

(1) BOEZIO. Volg. della Consol. della Filos., pag. 84.

organizzata nel corpo vivente, ristrettamente alla cognizione dell' influenza o parte che vi esercitano le azioni chimiche, torna indispensabile parlare almeno fuggevolmente,

I° della INTRODUZIONE delle sostanze estranee che dal di fuori penetrano nel corpo organico: quindi dell'ASSORBIMENTO, O PRENDIMENTO delle materie necessarie all'alimentazione;

II° della PRIMA ELABORAZIONE delle medesime, ossia della DIGESTIONE;

III° della SECONDA ELABORAZIONE operata per la CIRCOLAZIONE;

IV° della APPROPRIAZIONE di esse di guisa da incorporarsi nell'essere organato, ossia della RESPIRAZIONE;

V° degli ALIMENTI e della NUTRIZIONE;

VI° delle SECREZIONI;

VII° della RIPRODUZIONE;

VIII° della EVOLUZIONE, o svolgimento dei germi;

5224. La quale distribuzione potrebbesi egualmente cominciare dall'ultima delle indicate funzioni, ma riguardando a semplici rapporti chimici rimane più agevole a comprendersi dopo quella funzione che si pare lo scopo e fine principale dell'essere organico, vale a dire la perpetua o almeno diuturna conservazione della specie.

[1] MONADE ossia elemento organico.

5225. Da **una ghianda a una quercia** esiste enorme differenza di volume e di massa. Di che si compone tutto quel materiale che s'aggiugne a quello componente la ghianda? richiesta analoga ricorre confrontando l'ovo uterino dell'elefante colla massa colossale dell'animale perfetto, e così d'ogni germe di qualsiasi essere vegetale o animale comparandolo al suo corpo organizzato con isviluppo compiuto. Per le conghietture addietro escogitate, tanto il materiale del germe quanto tutto quello che si applica e s'incorpora al medesimo risulta dall'aggregazione delle tre sostanze, *materiale*, *eterea* ed *organica*. Per avventura n'ho ragionato a sufficienza, ma perchè unanimemente i CHIMICI pretendono ridurre tutto quel materiale a sola sostanza inorganica, disconoscendo questa specie di funzione plastica o formativa ch'all'altre due *sostanze* attribuisco oltre lo intervento delle loro forze ed azioni, quindi mi grava il carico di qualche altro cenno a consolidamento delle mie conghietture, non che al più chiaro e preciso loro comprendimento, necessario per dirigere l'agronomo nella sua grande missione di cooperare colla Natura a quello sviluppo degli esseri organici, ch'è il subbietto de' suoi pensieri, delle sue cure, de' suoi sudori.

5226. Specialità della sostanza organica. I chimici-agronomi VERDEIL e RISSLER studiarono la natura del terreno traendone la sostanza che chiamarono *materia organica* (1). Ecco il loro metodo.

Venti chilogrammi di terra, sceverati, ciottoli, e ghiaricci, riposti in un

(1) VERDEIL et RISSLER. *Recherches sur la composition des matières solubles extraites par l'eau des terres fertiles*. V. *Rapport* de GASPARIN. Compt. R. de l'Ac. des Sciences, Tome XXXVI, pag. 765-788.

vaso con acqua distillata, tepida, e in quantità sufficiente per ottenere una pappa chiara, dopo alquante ore filtrandola, si separa dall'acqua. Ripetesi l'operazione due o tre volte, ed ottiensi acqua perfettamente limpida e leggermente giallognola. Col bagno-maria si evapora finchè il residuo sia secco.

Questo estratto disseccato a 100 gradi rinviensi composto di sostanza organica per poco meno della metà, e di sostanze minerali per l'altra metà maggiore. Esponendo l'estratto al calor rosso, si decompone, annerisce e brucia; la parte organica si distrugge, resta una cenere affatto bianca. Nelle sperienze dei citati autori, il risultato medio ha dato per 10 estratti

Materia organica . . .	45,05
Ceneri	54,86
	99,91

La composizione poi della *parte inorganica* risultò

Solfato di calce	31,06
Carbonato di calce	26,90
Fosfato di calce	6,69
Ossido di ferro	1,61
Alumina	0,50
Cloruro di ferro e di potassa . . .	7,58
Silice	18,65
Potassa dei silicati	5,01
Magnesia	1,59
	99,59

5227. Di **che natura** è cotesta *materia organica*?

Rispondesi, corpo neutro d'origine vegetale, di sapore zuccherino. Evidentemente deriva dal terriccio o *umo*, nel quale Teodoro DE SAUSSURE avea già trovato *acido carbonico*, *acido acetico* ed un *estratto* contenente zucchero d'uva, una sostanza *azotata*, tracce di *nitrati* di *potassa* e d'*ammoniaca* ecc. (1). Perciò il terriccio contenendo essenzialmente anche resti organici, l'origine di quella *materia organica* non deve dirsi esclusivamente *vegetale*. La proprietà singolare ch'io ebbi già in genere a segnalare, consiste nel procacciare essa di certa guisa la *solubilità* nell'acqua di varie specie insolubili di sostanze minerali. Nel V LIBRO sarà da ripigliare quest'argomento, che richiede nozioni intorno le funzioni vegetali, appunto in quel LIBRO da investigare. Intanto generalmente ne conchiuda l'agronomo che la concimazione non agisce unicamente coi materiali che contiene, per servire all'alimentazione delle piante: essa rende inoltre assimilabili alle medesime certe sostanze minerali che senza frutto il terreno può contenere. Un suolo ricco di *carbonati calcari*, e di *solfati di calce*

(1) Bibl. Univ. de Genève (Déc. 1841).

senz'addizione di *sostanza organica*, risulta per le piante come se non avesse principii calcari.

3228. Una **esperienza** fatta non ha guari in Inghilterra porge d'altronde pratica dimostrazione dell'intervento diretto delle *monadi* o elementi organici nello sviluppo vegetativo.

Posti 100 chilogrammi di terra seccati al forno, entro vaso di grès e piantatavi una talea di salice del peso di chilogr. 2,50, durante 5 anni mercè la sola irrigazione d'acqua piovana, crebbe il salice e sviluppò a meraviglia. Una lastra di ferro impediva l'introduzione di qualunque altra materia in fuori dell'aria, il cui accesso da minutissimi pertugi della lastra medesima era favorito. Levato l'albero dopo 5 anni compiti, senza tener conto delle foglie ogni anno cadute, il di lui peso riusciva 85 chilogrammi.

Per lo contrario la terra tolta dal vaso e di nuovo seccata al forno, avea scemato di peso soltanto 0,60. Oltre 80 chilogrammi adunque di fibra legnosa, di corteccia, di radice, erano il prodotto dell'aria e dell'acqua? Ora le migliaia di consimili fatti potrei citare, tra quali le ubertose messi di riso da sterili sabbie, appena s'acquisti facoltà d'irrigarle. E se colla semina di cento grani di riso ne raccolgo 1000, saranno que' 900 unicamente aria ed acqua? Ma oltrecchè l'enunciata osservazione ed analisi del Verdeil e Rissler ne attestano la presenza d'una sostanza che non è aria nè acqua, come ammettere da puri elementi materiali la derivazione d'intere piante con semi esclusivamente capaci di riprodurre la pianta onde provengono, quando eziandio due corpi organizzati ma di egual sesso, non possono dar vita ad alcun nuovo essere identico a loro? Replico adunque che nella composizione delle sostanze organiche, e delle organizzate concorre del continuo l'elemento organico, o vuoi *monade*, senza della quale non può informarsi, nè esistere veruna molecola organica. Il leggitore benevolo non ismentichi le relative escogitazioni dei §§ 2025, 26, 27 ecc., ed ognor più procedendo in questi studi, ognor più gliene fornirò chiare induzioni, e convincitive.

[2] Atomo o elemento materiale informativo dell'organamento

3229. Parlando della cristallizzazione, ho accennato in più luoghi (§ 2081, e 2100 ecc.) alla scarsezza delle cognizioni fisiche e chimiche di sì meraviglioso procedimento della Natura inorganica. Nella nostra ignoranza compiuta delle cause determinanti la cristallizzazione (valgomi di parole dei Biot, Dumas, e Senarmont) siamo ridotti fino al giorno d'oggi all'esame dell'esterna geometrica apparenza (1). Il più bel fenomeno, quello della *emiedria* (§ 2097), così chiamato dal Weiss, per cui la natura in certi casi non forma cristalli compiuti, ma *mezzi-cristalli*, il Delafosse lo vuole conseguente e collegato alla teoria degli *atomi*. Ma non ritornerò sovra nozioni, almeno quanto basta all'agronomo, investigate. Replicherò solo che la sostanza materiale entra evidentemente nella formazione

(1) *Rapport sur un Mémoire* de Mr. Pasteur ecc., Compt. R. de l'Acad. des Scienc. Tome XXXVI, pag. 760.

de' corpi organizzati e vi s'informa tanto nel modo che l'è proprio quando sola e non unita a sostanza organica, quanto in ispeciale aggregamento o combinazione di questa. Ne' corpi organizzati troveremo a suo luogo cristalli perfetti, altri emiedrici, e materia amorfa, tutta sostanza minerale accidentalmente, o necessariamente penetrata, applicata, o incastrata negli organi e ne' tessuti. Oltre questa ne rinverremo nello stato liquido o gasoso contenuta ne'medesimi. Infine altra informa, per così dire, la molecola organica, rivestendo di certa guisa di material corpo quella *monade* ch'è nucleo o centro di detta molecola, e che sciolta, disvincolata da ogni atomo materiale, sfugge appieno ai nostri sensi, ed alle nostre investigazioni. Avrei dovuto dire sfuggì sinora ai concepimenti del Chimico; ma questa specie d'*immaterialità*, o piuttosto d'*imponderabilità* per l'odierna Chimica è concetto sì strano e poco scientifico, che presume di far tenere per virtù di materiali accozzamenti (intendi di chimiche combinazioni) quanto da forze di altra natura, e assai più sublimi trae manifesta sorgente.

[3] Ente o elemento etereo informativo di organamento.

3230. La **proprietà formativa**, se mi si conceda l'espressione, di cui godrebbe, per mia stima, la *sostanza eterea*, l'ho più volte da varii fatti, quando mal non m'apponga, saldamente conghietturata. La *luce* (§ 2514) affermai entrare intimamente in combinazione colle molecole componenti i corpi, specialmente gli organici: e reputo averne data sufficiente giustificazione nel § 2993. Quando il frumento per lungo piovere allettando giace prostrato, non v'ha efficace mezzo quanto la luce del Sole per risollevarlo, perciocchè in luogo ove sia pari il calore, ma oscurato, non avvien pari l'effetto, oltre non pochi altri fenomeni i quali dimostrano che l'assenza di luce procaccia rilassatezza di tessuti; onde nel IV Libro ne converrà ammettere una maniera di agire, per così dire, plastica, in questo elemento di sostanza eterea. Il *calorico* che troviam pure esistere nel ghiaccio (§ 2414), i di cui effetti di dilatare i corpi sì chiaramente si spiegano pel suo aumentare entro i medesimi (§ 2415 ecc.), produce ed agevola le combinazioni chimiche, anzichè queste, come opinano generalmente, lo ingenerino (§ 2472). Le considerazioni poi esternate sovra il *calorico costituente* (§ 2970), e le conghietture sulla combustione recate nel § 2987, mi paiono di non lieve momento per convincere dell'esistenza d'un calorico latente e integrante qualsisia corpo dell'universo.

L'*elettricità* ne sembra meno agevole a ravvisare siccome atta a formar parte costitutiva de' corpi, perchè d'ordinario la riconosciamo soltanto dagli evidenti effetti prodotti nel suo stato dinamico. Ho speranza che le conghietture ragionate nel VII Capitolo, in ispecie nel § 2532 ecc., valgono ad argomentare l'accennata partecipazione dell'elemento elettrico nella organica costruttura eziandio.

Il *magnetismo*, quale modificazione dell'*elettrico*, o più veramente quale sua differente maniera di essere, siccome nella Fisica agraria venne dichiarato, non esige ulteriori considerazioni.

3231. Gli **effetti chimici** prodotti dalla *sostanza eterea* ne' corpi organici e negli organizzati, richiederebbero assai lunga trattazione, ma tornerà me-

glio per l'agronomo se vengano investigati insieme ai fenomeni fisiologici, di cui nel V e VI LIBRO s'avrà ragione e per le piante e per gli animali. Ricorrerà ivi più acconcio, ne' mutamenti ed azioni complesse della sostanza organica distinguere quanto si debba a forze puramente *chimiche,* e quanto alle *vitali.* In generale però tenga egli per fermo che, oltre le variazioni di *sostanza eterea* attinenti al passaggio de' corpi da uno stato all'altro, cioè da solido a liquido o da questo ad aeriforme e reciprocamente, in tutte le modificazioni e mutamenti qualunque subiti o prodotti dalla *sostanza organica*, essenzialmente accadono variazioni nella quantità di *eterea* che s'informa, o vuoi, s'incorpora nelle nuove combinazioni.

[4] PRENDIMENTO
o introduzione delle sostanze estranee nell'organamento.

3232. A forze fisiche e chimiche si volle pur ridurre la funzione organica di assorbire, inalare, succhiare, prendere o agguantare le sostanze necessarie per la vegetazione o alimentazione della pianta o dell'animale. Ma quel che n'ho detto, parlando della *endosmosi* (§ 2207 ecc.) non sarà egli bastevole rispetto ai vegetabili?

La BOTANICA AGRARIA, e la ZOOLOGIA parimenti AGRARIA, ne faranno rilevare quanto analoghe si ravvisino tra loro le funzioni organiche principali di amendue i regni, comecchè superficialmente contemplandoli nol si comprenda sì di leggieri. Analogia di funzioni tra piante e animali che spesso risulterà più evidente di quella tra piante e piante, o tra animale e animale. Al *prendimento*, ad esempio, effettuato colla bocca si associa la *triturazione* o *masticazione* eseguita coi denti. Qual differenza invece negli animali ove la *triturazione* si fa entro lo stomaco! Dal REDI, dal BORELLI, dallo SPALLANZANI si rilevarono in proposito fatti sorprendenti. Chi avrebbe detto che lo stomaco degli uccelli giugnesse a smussare gli angoli di pezzetti di pietra, frangerli, e in breve ora ridurli in polvere?

3233. Le belve agguantano la preda (senza parlare dell'uomo) con tali modi e con tanta energia da non potersi certo disconoscere in quest'atto la potenza vitale. Ma nell'infinito numero di specie animalesche, se ne trovano assai che sembrano impadronirsi delle sostanze indispensabili a nutrirle, la mercè di apparenti fisiche e chimiche, o anche solo meccaniche cagioni. Apparenza però distrutta, dappoichè col microscopio si discoversero ingegni meravigliosi da ciò, eziandio ne' più esili e minimi animalucci. La gigantesca proboscide dell'elefante non solo è superiore ad una semplice tromba aspirante per la forza onde pesanti corpi agguanta e solleva, ma perchè dotata di squisitissimo senso per la scelta di ciò che all'essere cui appartiene piaccia di rilasciare o di aspirare. Or di analoghi strumenti rinvengonsi forniti minutissimi insetti, che ad occhio nudo sembrano immobili, e viventi solo per sovrapposizione di materia che via via venga applicandosi alla loro esterna superficie. Se adunque in alcuni casi ne sembri avvenire la penetrazione di sostanze estranee dal di fuori nell'interno di animali per solo mezzo di combinazione chimica, dobbiamo riguardarsi da sì fatta illusione, e ritenere ch'avvenendo eziandio combinazioni

chimiche nell' introduzione di sostanze esterne entro l'organismo, accadono perchè da questo comandate, predisposte e con ispeciale cooperazione adempiute.

3234. Della **masticazione** e **scialivazione** occorre solo avvertire, essere elleno funzioni preparatorie della *digestione*. La *scialiva* poi, liquido trasparente, spumoso, quando non contenga muco, manifesta una decisa *alcalinità*, dovuta, secondo il MITSCHERLICH, alla presenza d'un alcali fisso: contiene inoltre, secondo il TIEDEMANN e lo GMELIN, molte materie organiche. Coll'alcool puro se ne precipita una materia detta *ptialina* che ha la facoltà di tutti gli *albuminoidi*, cioè di ridurre l'*amido* in *destrina*, e dipoi in *glucosa*. Lo SPALLANZANI constatò la necessità della scialiva per gli erbivori: così per questi animali che per altri, le funzioni della *scialiva* non si limitano ad umettare o mollificare gli alimenti. E più specialmente, com'ebbe a rilevare il BERNARD, la *scialiva* delle *parotidi* inumidisce, e discioglie le materie solubili dei cibi; quella delle ghiandole *sotto-linguali*, più vischiosa e lubricativa ne facilita l'inghiottimento: infine la *scialiva* delle *sotto-muscolari* tempera il senso delle materie ingustabili, e fa meglio assaporare le gustevoli (1).

[5] DIGESTIONE o prima elaborazione.

3235. Le **metamorfosi della materia organica** si riducono a questi tre fatti.

1° O in una data sostanza cangiano le proporzioni de' suoi elementi.

2° O senza variare nelle proporzioni cambiano la rispettiva collocazione.

3° O infine variano essi di posto e di proporzione.

Non so come i fisiologi della scuola chimica omettano l'indicata 3ª combinazione. Ve ne sarebbe anzi una 4ª, cioè quando sottraesi o aggiugnesi qualche elemento; ma questo caso esce dai limiti della così detta *metamorfosi*, e la sostanza diventa appieno altra sostanza diversa. ARISTOTILE dichiarava la materia pronta e parata ad assumere tutte forme qualunque. Ma la sostanza organica comecchè incessantemente attiva ed in moto per così dire intestino, soltanto speciali e determinate forme e mutazioni può conseguire; altrimenti cesserebbe d'esistere organizzata e vivente. Tra le funzioni principali cui adempiono cotesti incessanti mutamenti, convien noverare la trasformazione delle sostanze che dal di fuori penetrano nell'organismo per la sua conservazione, aumento, e riproduzione. Le piante assorbono ed introducono il materiale loro necessario, in gran parte colle spongiole delle radici. Gli animali a mezzo della bocca, o di succhiatoi, o trombe aspiranti, o lingue spirali ecc. fanno altrettanto. Ma non basta il *prendimento* de' materiali occorrevoli all'economia (§ 3232); è mestieri che questi passino affine d'incorporarsi nell'organismo, per una serie di mutazioni, tra le quali la prima e più importante si pare opera della *digestione*.

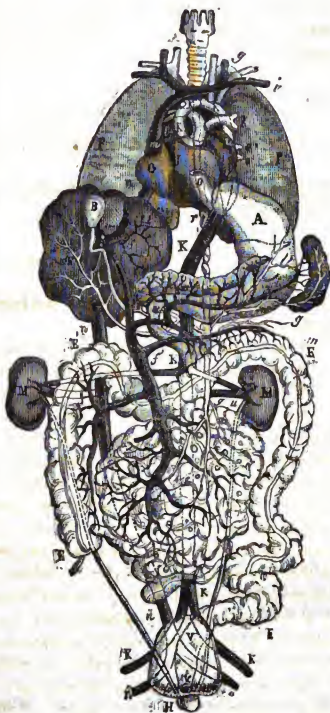
I. Digestione stomachica.

3236. Lo **scopo della digestione** consiste nel disgregare, discioglierе, e modificare le sostanze assorbite, o inghiottite, in guisa da ridurre la parte nutri-

(1) CLAUDE BERNARD. *Rech. d'anat. et de phys. compar. sur les glandes salivaires.* Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tome XXXIV, pag. 236 ecc.

zia a stato e forma opportuna per l'assimilazione. Non inalberi il leggitore campaiuolo se la fig. 772 gli presenta il non gradevole aspetto di visceri che gl'indurranno il sospetto se omai voglia renderlo anche anatomico. Ma io ebbi dianzi a nominargli e *faringe ed esofago* ecc.: m'avrà egli compreso e saprò io farmi intendevole nominando altri organi senza imitare il REGNAULT, il quale appunto nel suo *Corso di Chimica* col sussidio della medesima figura, s'accinse a queste organiche perscrutazioni? Pur troppo anche senza pretendere a scienza d'anatomico, di medico, o di veterinario, intervengono funeste occasioni in cui giova aver appreso una volta a distinguere lo stomaco, il fegato, o altro delle interiora. Nella mia lunga pratica di rurale direzione, non di rado m'accaddero infortunii di bovini, o pecore, o altri domestici animali, e mi parve quasi conforto e istruzione profittevole per riguardarsi da nuovi disgraziati accadimenti, il vedere la sede del morbo, e conghietturarne la causa della morte della bestia perduta.

Fig. 772.

3237. L'interna organizzazione del corpo umano, per averne quella idea complessa che può giovare negli studi agrologici, dovendo rendersi ostensibile nel suo insieme, viene offerta dal REGNAULT nella citata figura 772 colle forme simiglianti alle sue diverse parti, ma non situate nelle posizioni realmente da loro occupate, perchè altre s'intrecciano, altre si sovrappongono, ed occorre raffigurarle come distese in un piano (1). *A* è lo stomaco ove gli alimenti penetrano mercè l'esofago *o*. Nello stomaco il *suco gastrico* digerisce tutte le materie azotate ossia *plastiche*, *albumina*, *fibrina*, *caseina*, ecc., poco o nulla

(1) REGNAULT. *Cours de Chim.*, loc. cit., § 1667, fig. 685.

modificando le non azotate o *respirative*, cioè *emulsionando*, senz' alterare, le materie *grasse* ed operando unicamente l'idratazione delle *amilacee*. Prima di procedere a discorrere della digestione intestinale, apprenda l'agronomo a distinguere in F il *fegato*, in B la *vescicola biliare*, in C il *pancreas*, in D l'*intestino* composto d'un tubo di considerevole sviluppo partendo dal *duodeno a*, sino al *ceco* E il quale comunica col grande intestino E E' E'' E'''. La *vena porta* è *f f' f''*; l'*orecchietta diritta* del cuore, G ecc., siccome più sotto verrò specificando.

3238. L'**inghiottimento** in moltissimi animali succede dopo la *masticazione*, e la *scialivazione* (§ 3234) concorre a far discendere nello stomaco il così detto *bolo* alimentare, ossia il boccone di alimenti masticato e colla *scialiva* lubricato, da trangugiare. In questo passaggio pe' *pilastri* anteriori, dipoi pe' *costrittori* del *faringe*, lunghesso l'*esofago* sino allo *stomaco*, non pare che la sostanza nutrizia subisca alcuna chimica modificazione, oltre quella meccanica e chimica subite nella bocca, in virtù della quale diceano gli antichi, *prima digestio fit in ore*, e che nondimeno è particolare soltanto a date specie di animali.

3239. La **digestione vegetale** si compie nel tempo impiegato dal succhio ascendente a giugnere alla periferia superiore (§ 3069 ecc.): i vasi e le cellule che percorre nella sua lenta ascensione, fanno le veci di stomaco e di tubo intestinale. Si noti: cotesta digestione vegetale ispessisce, carica ed addensa la linfa, che solo limpidissima potea essere assorbita.

3240. La **digestione animale** accade in ispeciali cavità ove le materie si trattengono tempo per avventura non minore di quello impiegato dal succhio ascendente delle piante nel montare. Si noti, per fenomeno inverso a quello della digestione vegetale, l'animale mollifica e tende a illiquidire la parte tutta degli alimenti che può riuscir atta all'assimilazione.

II. Suco gastrico.

3241. Il **suco gastrico, agente principale digestivo**, esaminato dallo SPALLANZANI, dal REAUMUR ecc., non che dal TOMMASINI, dallo HALLER, dal WENZEL ecc. divenne in ispecie subbietto di studi importantissimi dapoichè l'americano BEAUMONT ebbe agio d'istituire sperimentali osservazioni sopra un giovane CANADIANO, la di cui ferita nella regione epigastrica si prestava alle proposte sperienze. Da ultimo il BLONDLOT operando fistole gastriche artificiali nei cani, insegnò la via più diretta per aggiugnere il medesimo fine. Il suco gastrico, a stima del BLONDLOT (1):

I. È l'unico, il vero fluido *digestivo*, o meglio *digerente*. La *scialiva*, la *bile*, il *suco pancreatico*, in una parola tutti i fluidi mucosi non sono che *prodotti* escrementizii, i quali prima di venire espulsi definitivamente dalla eco-

(1) BLONDLOT. *Traité analyt. de la digestion*. Sembra in qualche contraddizione affermando, *lui seul* (il suco gastrico) *exerce une action véritablement chimique sur les aliments*, e di poi afferma esercitare soltanto *une action sui generis en vertu de la quelle certaines matières tout en conservant intégralement leur composition chimique perdent une partie de leur coesion*. V. *Compt. Rend.* de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXVII, pag. 753, 754, 755.

nomia adempiono ad un ultimo ufficio, o di agevolare lo sdrucciolamento delle materie, o di proteggere le pareti degli organi lubrificandole, o intromettendosi colla loro viscosità tra le molecole adipose per disgiugnerle, ossia *emulsionarle*. Senza di esse il *suco gastrico* eseguisce egualmente la digestione. Il lettore però ponga mente a quanto sto per dire nel § **3246** ecc., oltre il rilievo esternato nel § **3170** sulle materie grasse.

II. Esso però agisce soltanto sulle sostanze azotate; sulle non azotate adempie solo all'ufficio di disgregarle coll'azione ch'esercita sui principii azotati onde sono collegate: la fecola, ad esempio, separasi in granuli colla digestione, la mercè dell'alterazione subita dalla specie d'intonaco azotato che li riuniva.

III. L'azione del *suco gastrico* modifica l'amalgama e l'insieme delle materie alimentari, lasciandone intatta la loro chimica composizione.

IV. Non si dee comprendere che siccome causa *predisponente la chimificazione*.

3242. L'interna parete dello stomaco a mezzo di ghiandole abbonda nella secrezione del *suco gastrico* appena entrano i cibi nello stomaco medesimo: se questo invece si ecciti con mezzi meccanici ovvero facendo tranguigiare ciottoletti, o altro che, dagli animali sottoposti allo sperimento, lo stomaco, siccome rilevarono lo GMELIN, il TIEDEMANN e il BEAUMONT, risponde con iscarsissima secrezione. Questo fenomeno, meritevole di nuovi sperimenti (1) pare dipendente dalla presenza della sostanza organica di cui abbondano gli alimenti, ed appieno mancante nel caso di eccitamenti meccanici, o di inerti corpi materiali, giacchè se invece di questi s'introduca scialappa, e calomelano, purchè misti a sapone, la secrezione risulta copiosa, benchè cotesti non sieno veri alimenti. Perciocchè poi il suco *gastrico* ha reazione acida, quindi, se durante il soggiorno de' cibi nello stomaco si riesca ad introdurvi un alcali, la secrezione si fa maggiore, e la digestione s'agevola. Il tutto concordemente alle escogitazioni ch'ho premesse al § **3202**. D'altronde eguale effetto si promuova dallo zucchero, almeno per quanto afferma il BLONDLOT. Si noti però che l'alcali non s'ha da mescere a dirittura col suco gastrico, perchè questo in tal caso perde la sua energia, e facoltà digestiva (2).

Dalle quali nozioni può egregiamente comprendersi che il soverchio d'*acidità* nel complesso degli alimenti introdotti (comprese le bevande) non istimola l'effusione dallo stomaco del suco gastrico, e quindi la digestione rimane difficoltata, o interrotta. Il bruciarsi lo stomaco, per accennare con volgare metafora all'abuso de' liquori, vale quanto esprimere che coll'acidezza delle bevande spiritose o alcooliche, sopprimesi il richiamo allo sgorgo del suco digerente, i cui elementi si trasportano solo (§ **2998**) verso la sostanza dotata di contraria elettricità (§ **2486**).

3243. L'acidità del suco gastrico, e la sua composizione e derivazione

---

(1) Il BERNARD di VILLEFRANCHE, ripulendo la parete interna dello stomaco con una spugna soffice, afferma: *Sous l'influence de cette excitation toute mécanique, l'estomac accusait une sensibilité marquée... puis la muqueuse devenue rouge et turgide laissait échapper en assez grande abondance du suc gastrique.* De l'influence des nerfs de la huitième paire sur les phénomènes chimiques de la digestion. Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tome XVIII, pag. 996.

(2) PARMEGIANI. *Delle dottrine de' moderni chimici sulla nutrizione.*

non si ammettono dai chimici d'unanime consentimento, perchè altro pretendono col PROUT, il CHILDREN, il LIEBIG, ecc. altro lo SCHULTZ, altro il LASSAIGNE, altro infine il BLONDLOT, che cotesta acidità ripete dal *fosfato acido di calce*, mentre le citate sperienze del BERNARD, e le analisi dello stesso autore e del BARRESWILL, del LEHMANN ecc. vi confermano la presenza dell'*acido lattico*. In somma il principio *acido* soverchia gli altri comecchè *alcalini*, ad esempio i sali ammoniacali pur contenuti nello stesso liquido. Però l'attività, per così dire, digerente (che lo HEBERLE riporrebbe in sostanza mucosa contenuta nel *sugo gastrico*, ma senza fondamento, come accertano le sperienze dello SCHWANN, del BLONDLOT e del TOMMASI) deesi alla sostanza chiamata *pepsina* dal medesimo SCHWANN, e dal WESMANN ottenuta purissima. Il PAYEN che amò meglio chiamarla *gasterasia*, avendola estratta dal suco gastrico d'un animale, la descrive quale sostanza bianca, diafana, solubilissima, facile a disseccarsi, non deliquescente. E notisi la sua somma energia, potendo disgregare trecento volte il suo peso di carne previamente cotta. Cesserò in questo luogo ogni altro studio sul suco gastrico, bastandomi lo avere accertata la presenza anche in questo caso di un principio *sui generis* che certamente rappresenta un altro *prodotto* dell'organizzazione animale.

III. Opera della digestione.

5244. Il **processo della digestione** sembra tutto doversi alla facoltà digerente del *suco gastrico*, il quale l'eseguisce egualmente fuori dello stomaco che dentro (1). Ma perciocchè da un lato il TIEDEMANN, il BLAINWILLE ed il BERNARD DI VILLEFRANCHE pretendano, la secrezione del suco gastrico sottostare all'imperio della *innervazione*, benchè i fenomeni da loro promossi con recisioni di nervi pneumo-gastrici, sieno patologici, e non fisiologici, cioè a dire eccezionali anzichè normali, e dall'altro lato il MAGENDIE, il BROUGHTON, il LASSAIGNE ecc. sostengano adempiersi egualmente la digestione ad onta della recisione anzidetta, ed il MULLER, il DIECKHOF, notino soltanto una diminuzione d'attività, ne consegue non potersi con certezza riguardare come operazione affatto chimica la digestione; perciò convien per ora limitarsi a rilevare soltanto le mutazioni chimiche onde il *bolo alimentare* divien *chimo* previo un cenno sulla

IV. Digestione intestinale.

5245. **Due digestioni** avvengono, siccome dissi (§ 2336), in molti animali: la prima nello *stomaco*, ed una seconda nel *tubo intestinale*, la quale opera le seguenti modificazioni del *chimo*.

1° Conversione delle materie amidacee in zucchero incristallizzabile.

2° Emulsione delle materie grasse.

3° Riduce perciò il *chimo* in *chilo*, imprimendo in questo il carattere di alcalinità, come ha il sangue.

---

(1) TOMMASI. *Istit. cit.*, Vol. I, pag. 147.

4° Infine opera la separazione delle sostanze assimilabili che risultano assorbite, dall'altre che vengono espulse.

La funzione principale adunque di questa digestione intestinale consisterebbe nel cernere le materie digeste dalle indigeste, perchè tra queste ultime realmente si comprendono anche le indigestibili: ma nel fatto anche le fecce si compongono in generale di sostanze che hanno subìta una tal quale digestione, come dalla ispezione degli escrementi vien manifesto.

V. Effetti operati dalla digestione.

3246. **L'effetto compiuto della digestione**, considerando cioè la *stomachica* e la *intestinale*, di questo modo si riassume dal REGNAULT sempre puramente nell'aspetto chimico.

Dopo breve soggiorno nello stomaco A (§ 3237. fig. 772) e successivo passaggio nel *duodeno a*, stemperati nel suco gastrico, incontrano gli alimenti da prima la bile proveniente dalla vescicola biliare B, e dal fegato F, pel condotto *c d* chiamato *coledoco*, e questa bile disputano ancora fisiologi e chimici se vi concorra quale secrezione, ovvero per esercitare un' azione diretta nella funzione digestiva. Intanto s'aggiugne il suco pancreatico che interviene dal *pancreas* C pel dutto *pancreatico c*. Questo suco opera sulle sostanze non azotate e *respirative*, quanto fece il *gastrico* sulle azotate o *plastiche*, riducendo la fecola in glucosa, e rendendo le materie grasse *assimilabili*. La quale attiva intervenzione del suco *pancreatico* invaliderebbe l'affermazione del BLONDLOT, sposta nel § 3241.

Dal *duodeno*, così apparecchiate dal *succo gastrico*, dal *biliare*, dal *pancreatico*, passano le materie negl'intestini D D e per le pareti estesissime dell'intestino *tenue*, avviene principalmente l'assorbimento delle sostanze alimentarie digerite, ed il passaggio loro nella circolazione sanguigna.

3247. Le **sostanze respirative**, alcune si disciolgono unicamente senza punto alterarsi, come il *grasso*, la *gelatina vegetale* o pectina, e la *gomma*: altre subiscono profonde modificazioni. Lo *zucchero* (di canna) tramuta in *glucosa* ed *acido lattico*. La *fecola*, a stima del BLONDLOT e del MIALHE, non si altera, lo che affermano per contrario il TIEDEMANN e lo GMELIN: dalle osservazioni del BUCHARDAT e SANDRAS la fecola cruda non subirebbe trasformazioni; la cotta, perciocchè le cellule contenenti il principio fecolento (§ 3079) siano infrante (pel discioglimento nell'acqua calda almeno a 60° C) tramuta in *destrina* (§ 3081) poi in *glucosa* ed acido *lattico*. La *cellulosa*, o principio legnoso, le sostanze resinose, ecc. passano incommutate nelle secrezioni escrementizie.

3248. Le **sostanze plastiche** meritano più speciale ragguaglio.

La *gelatina* (animale) sostanza, come dissi, più adatta per ammagrire che per alimentare, non solo in breve si discioglie compiutamente nel suco gastrico, ma, secondo accertano il BLONDLOT ed il BEAUMONT, dallo stomaco dilegua.

La *fibrina* che nell'acqua acidulata si discioglie, ma poco stante dà indizii di putrefazione, invece digerita pel suco gastrico si mantiene senza corrompersi minimamente.

L'*albumina* a contatto del *suco gastrico* entro lo stomaco si discioglie e dilegua: ma quella dissoluzione risulta così fatta, che a norma delle sperienze del BERNARD e del BARRESWIL il calorico non ha più facoltà di coagularla, e rimanesi atta all'assimilazione.

La *caseina* nel principio della digestione si coagula, e poscia disciogliesi.

Il *glutine* offrirebbe le stesse vicende della *caseina*.

VI. Riflessi sul lavoro della digestione.

3249. Tra **vegetale e animale**, si parrebbe esistere differenza gravissima nella funzione mirabile della *digestione*. Nell'animale, almeno negli ordini più elevati, le sostanze alimentari per la doppia azione subita nello stomaco e nell'intestino si riducono in quattro distinti stati, o qualità.

1° Materie *azotate* o plastiche digerite dal suco *gastrico* (§ 3241).

2° Materie *amidacee* trasformate in *destrina* e *zucchero*, cioè digerite per l'azione della *scialiva* e del suco *pancreatico* (§ 3246).

3° Materie *grasse* ridotte: assimilabili, non alterate ma quanto alle vegetali certamente modificate dal suco *pancreatico* (§ 3170).

4° Materie inette all'alimentazione, o esuberanti l'uopo dell'economia, destinate ad essere espulse (§ 3245).

Ora, I° il sistema speciale di vasi assorbenti costituito dalla *vena porta* *f f' f'* assorbe le sostanze del 1° e 2° stato, le conduce col sangue venoso degli intestini e della milza *R* nel fegato *F*, ove subiscono ulteriori modificazioni, dopo le quali passano nell'orecchietta destra G del cuore.

II° un sistema di vasi *chiliferi g*, *g*, *g*, assorbe le sostanze del 3° stato, cioè le materie grasse in emulsione, e le reca nella vena *suclavia i*, *i*, d'onde senza traversare il fegato *F* passano elleno pure nella stessa orecchietta diritta *G* del cuore.

III° Il grande intestino E E' E'' E''' riceve le materie del 4° stato, cioè i residui delle sostanze alimentari, vi determina qualche altra modificazione, forse ne trasceglie alcune porzioni che assorbe, ed il resto riduce in escrementi, che acquistano un fetore d'ignota origine, e vengono infine espulsi dal corpo dell'animale.

3250. La **differenza** cui alludo (§ 3249) consisterebbe in que' tre speciali sistemi di vasi, pei tre diversi ufficii principali e rispettivi cui devono adempiere. Infatti

In *primo luogo*; un sistema di vasi accoglie quanto serve direttamente all'esistenza conservazione e sviluppo dell'individuo.

In *secondo luogo*; altro sistema ricetta sostanze pure alimentari, ma non destinate all'immediato loro consumo, sì bene a riserva o vogliam dire deposito nel caso di povertà o insufficienza delle sostanze anzidette.

In *terzo luogo*; un organo specialmente deputato a fare conserva delle materie disacconce, fino al momento della definitiva loro espulsione.

Per trovare gli analoghi nelle piante, ne occorrebbe lo studio anatomico del vegetale, spettante al V LIBRO; intanto il leggitore benevolo tenga per fermo che regge non lieve analogia anche in queste principali funzioni chimico-fisio-

logiche, il cui mirabile meccanismo, quale rilevasi nell'essere organico più perfetto, volli sin d'ora porre sott'occhio, perchè non riuscissero troppo astratte e incomprensibili le poche nozioni chimiche di cui era mestieri favellare. Si richiederà, perchè trascegliere l'organamento complicatissimo dell'essere più elevato? Perchè l'istoria naturale del medesimo è più nota e meno controversa che non quella dell'alimentazione de' vegetabili.

3251. **Effetti salutari della digestione.** Da sperienze del RENAULT, direttore della scuola veterinaria d'ALFORT risulterebbe:

I. Che in generale gli animali cane, majale possono impunemente mangiare tutti i prodotti delle secrezioni qualunque si sieno: tutti gli avanzi cadaverici, sangue, carne ecc. cotti o crudi provenienti da animali affetti dalle malattie contagiose seguenti: *moccio* e *farcino*, *carbonchio* (almeno de' montoni), *rabbia*, *tifo*, *peripneumonia bovina*, *epizoozia* de' gallinacei.

II. Galline: lo stesso, meno forse l'ultima malattia.

III. Cavalli: le materie virulenti del *cimurro* e del *farcino*, che perdono ogni proprietà contagiosa per la digestione de' carnivori ed onnivori, la conservano, in grado però meno energico, nel dutto digestivo del cavallo.

IV. Gli erbivori non valgono a neutralizzare colla digestione la materia virulenta del sangue di milza: e montoni, capre e cavalli ne risentono sintomi carbonchiosi, mentre nulla ne soffrono cani, majali e galline.

V. L'uomo può nutrirsi senza pericolo, di carne e prodotti di majali e polli nutriti più o meno a lungo con avanzi di animali morti di malattie contagiose.

VI. Coll'aiuto della cottura delle carni e della bollizione dei liquidi provenienti da animali affetti di malattie contagiose, se ne annientano a tal segno le proprietà virulenti, che il cavallo può *ingerire* impunemente materie mocciose o farcinose: il cavallo stesso, il montone e la pecora le materie carbonchiose: il pollame, avanzi di gallinacei morti d'epizoozia. Colla stessa cottura ed ebullizione, le suddette materie, tanto energiche quando provenienti da animali immolati di fresco, divengono anche in questo caso innocue ed inerti.

È facile spiegare perchè gli erbivori non possano coll'atto della digestione distruggere le proprietà nocive delle materie virulenti come il possono i carnivori e gli onnivori. Gli erbivori non sono organizzati in modo da decomporre ed appropriarsi materie animali, ma solo per assimilarsi materie vegetali. Tuttavolta le accennate affermazioni si accolgano con cautela.

[6] CIRCOLAZIONE o seconda elaborazione.

3252. Lo **stato di liquidità** che assumono per la *digestione* le materie alimentari (e se il lettore ha posto mente al CAPITOLO VII, il comprende) è quello unicamente acconcio alle varie sostanze per assumere le forme e modificazioni opportune, onde tramutare in quelle che deono costituire. Nello *stato solido* le molecole tenacemente resistono alle forze tendenti a disgregarle. Nello *stato aeriforme* essendo disgiunte dall'interposto elemento etereo in eccesso, la costui impulsione avversa le graduali combinazioni, i lenti e tranquilli aggregamenti che son proprii dell'organicità. Ma perchè quel liquido serva allo svi-

luppo, e restaurazione dell'essere organizzato dee ricercarne ogni organo, ogni tessuto, penetrare ogni interstizio ed offerirsi al contatto di ogni recesso dell'organismo, perchè ne seguano combinazioni, sdoppiamenti, e scomposizioni organico-chimiche nel liquido stesso, ovvero nelle materie e sostanze che accosta, com'è richiesto dall'economia. Il qual trasporto, e passaggio per tutto il corpo organato, costituisce il meraviglioso fenomeno della *circolazione*, del quale per la speciale ai vegetabili tratta il V, ed il VI LIBRO per gli animali.

3255. **Sangue negli animali, linfa discendente ne' vegetali,** ecco i liquidi contenenti i materiali preparati dalla digestione, dalla respirazione, ed anco dagli organi stessi, per mantenere od accrescere il corpo organato. Piace ai fisiologi di chiamare l'uno e l'altro liquido *centro della vita plastica*, nè troppo esattamente; perciocchè *centro* male risponda alla sua estrema diffusione per tutte le parti del corpo vivente, con diramazioni sì molteplici e tenuissime, che probabilmente l'estreme ne rimangono impercettibili. Veggiamo infatti, ritornando alla fig. 772, il cammino che fanno le sostanze *plastiche* e le *respirative* per servire all'economia.

Dopo assorbite dalla *vena porta f f' f''*, e in parte dai vasi *chiliferi g, g, g*, per diversa strada pervengono nella circolazione generale, cioè nel *ventricolo destro* I del cuore. Ivi unisconsi al *sangue venoso*, il quale ritorna da tutte le parti del corpo condotto dalla *vena cava superiore m m'*, e dalla *vena cava inferiore n n' n''*, avendo eseguito i varii ufficii cui è destinato. Le *contrazioni* del *ventricolo* I sospingono questo miscuglio di *sangue venoso* e *principii alimentari*, nell'*arteria polmonare l l' l''*, d'onde nei polmoni P P' ove s'incontra nel contatto dell'aria, ed adempie all'ufficio della *respirazione* (§ 3256). Per l'effetto di questo processo onde spogliasi di *acido carbonico* che ricambia con *ossigeno*, il *sangue venoso* acquista color rosso vivo, e divien *sangue arteriale* o *arterioso* che rifluisce al *ventricolo sinistro* I del cuore, condottovi dalle vene *polmonari o, o*. E il ventricolo stesso lo lancia nel sistema *arteriale k k k*, il quale lo distribuisce a tutti gli organi del corpo per adempiervi alle sue funzioni nutritive.

Pervenuto al tessuto di ciascun organo, i vasi diramansi in minimi altri vasi, continuandovi una *circolazione* perciò detta *capillare*, onde gli organi vengono dal liquido nutritore forniti di quanto occorre all'economia di ciascuno. Intanto negli organi stessi vien modificato di guisa che si separa in due liquidi distinti, il sangue *venoso* propriamente detto e la *linfa*, i quali se ne ritornano alla porzione destra del cuore G I, la mercè degl' indicati speciali sistemi vascolari; e quivi da capo si riforniscono dei principii apparecchiati dalla digestione. Ecco perciò tracciato l'insieme del tragitto che rientrando in se stesso, ha quindi nome di *circolazione*, la quale si considera anche nei due tratti particolari, cioè 1° il passaggio del sangue dalla porzione destra G I del cuore alla sinistra I L, attraversando il sistema capillare dei polmoni, e questo passaggio chiamasi *piccola circolazione*; 2° il ritorno dalla detta porzione sinistra I L fino alla destra parte G I del cuore medesimo, passando pel sistema capillare degli organi, e vien detto *grande circolazione*, quella che facea dire al CESALPINO: *sanguis fugit ad cor tamquam ad suum principium*. Ma intantochè quel grande Italiano affermava che le vene e le arterie *oportet et patet continuas esse cum*

corde ecc. (1) un destro inglese, l'HARVEY, gli strappa di mano la scoperta, e gridando pel primo CIRCOLAZIONE, ne raccoglie in un punto tutto l'onore (2) a spese degli Italiani.

5254. La **circolazione della linfa** fu almeno subbietto di scoperta italiana che niuno potè al CORTI (3) usurpare, comecchè il FONTANA preferisse giudicarla una specie di *rotazione* quale lo SCHULTZ investigò nel liquido contenuto entro cellule chiuse (4). La sua causa non è soltanto fisica, o chimica (*endosmosi* § 2207), e per quanto si riferisce alla sua cognizione chimica, basti per ora il cenno esternato nel parlare della *linfa* o *succhio ascendente* (§ 3069) e del *succhio discendente* (§ 3072). A suo luogo investigheremo la strada percorsa dal succhio nello ascendere e nel discendere, e rileveremo l'origine dei fatti citati dal GAUDICHAUD che ammetterebbero la permanenza in vita degli alberi anche dopo levate striscie circolari di scorza al loro fusto (5).

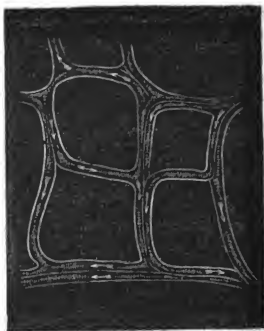
La **circolazione del latice** si presta di leggeri alla osservazione, perchè di sovente il *latice* è colorato. I vasi laticiferi da prima si mostrano esili, sottilissimi come in *a* della fig. 773 la quale colla seguente fig. 774 rappresenta vasi laticiferi del *Chelidonium maius*, o chelidonia, pianta comunissima lungo i muri, contenente suco di colore ranciato, e di acre sapore. In seguito ingrossano, come scorgesi in *b* (fig. 773) e nell'altra fig. 774: e in alcune piante, come nell'euforbia (*euphorbia dulcis*) appaiono articolati (fig. 775). Scelta una giovane foglia di chelidonia, e chiusa fra due sottili lastruccie di vetro, senza staccarla dalla pianta, ed umettandola, vi si scorgono colla trasparenza della luce piccole striscie di materia granulosa in moto con direzioni diverse, cui accennano le piccole frecce nella seguente fig. 776.

Fig 773. Fig. 774. Fig. 775.

3255. Se non che la **circolazione**, più genericamente apprezzata, non si vuol limitare a quella del sangue o della linfa. Se anzi tengansi nel debito conto le affermazioni del CUVIER, FLOURENS, DUFOUR ecc. (6), il fenomeno della cir-

(1) *Quæstion. Peripatet.*, Lib. IV, *Quaest. med.*, an. 1593.
(2) MONTI. Dell'obbligo d'onorare i primi prfoeritori del vero. MIL. 1804.
(3) Lettera sulla circolazione del fluido ecc. MODENA 1775.
(4) BIBLIOT. UNIVERS. Décembre 1827.
(5) GAUDICHAUD. *Rech. expér. sur la sève ascend. et sur la sève descendante.* Janv. 1853, Mars 1853, et Avril 1853.
(6) *La circulation cesse entièrement dans l'insect parfait, chez le quel la respiration se fait dans toutes les parties du corps.* FLOURENS, Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences, Tom. XVIII, pag. 193. Il CARUS e l'OTTO ammettono la mancanza di circolazione nell'insetto perfetto, ma la suppongono esistente nel medesimo in istato di larva. Oltracciò dopo le sperimentali osservazioni del BLANCHARD sulle *Arachidi polmonari*, prima di sentenziare sull'assoluta mancanza di *circolazione sanguignà* negli insetti, fanno desiderare ulteriori investigazioni per cui *des dispositions analogues nécessaires pour arriver au même but devront être recherchées chez les crustacées et les insectes.* Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tome XXXVI, pag. 1081.

colazione del sangue non risulta generale mancando per molte classi d'animali. La circolazione più essenziale, e comune a tutti gli esseri organizzati, per mia

.Fig. 776

stima, è quella sinora non da alcuno, ch'io mi sappia, avvertita, cioè la CIRCOLAZIONE DELL'ARIA. Conciossiachè, sebbene la *circolazione* supponga la condizione del *rientramento*, tuttavolta può dirsi tale anche quando l'aria del continuo entri, circoli per tutto il corpo organato, e ne sorta modificata, della stessa guisa che avviene nella *respirazione* da cui vuolsi distinguere, come in suo luogo verrà manifesto. Nel quale incontro si torranno in esame le belle osservazioni del BRAUN sulla direzione delle correnti nelle *Caracee* (1).

[7] RESPIRAZIONE.

3256. Il sangue entrando ne' polmoni trovasi a contatto dell'ossigeno pervenutovi coll'*aspirazione*: questo si fissa ne' globuli sanguigni da cui viene assorbito, ma conservando le sue proprietà chimiche, onde penetrando nel torrente della circolazione combinarsi colle materie che incontra, per le quali abbia affinità. Le contrazioni del cuore producono le pulsazioni; e ciascun battito sospinge dal cuore pe' vasi sanguigni da 150 a 180 grammi di sangue, secondo il VOLKMANN. Perciò in ogni minuto accadendo per l'ordinario 72 pulsazioni, passano pel polmone da 11 chilogrammi a 13,5 di sangue. Nel frattanto che sì enorme copia di sangue circola velocissimamente, i movimenti respiratorii rinnovellano incessantemente l'aria nelle cellule del polmone.

(1) BRAUN. *Sulla direzione delle correnti nelle cellule delle caracee.* Mem. letta all'Accad. delle Scienze di BERLINO. Maggio 1852 e Genn. 1853.

3257. Il **contatto tra l'aria ed il sangue** accade così di continuo, perchè l'aria che si rinnovella nelle cellule polmonari, non è separata dal sangue che da membrana tenuissima, e il contatto si opera immediato dal liquido di cui il sangue inzuppa le pareti de' vasi. E due speciali mutamenti ne registrò il § 3252. Quello del sangue, il quale di venoso tramuta in arterioso, da rosso quasi nero divenendo rosso vermiglio, in forza dell'ossigeno che assorbe dall'aria, e dell'eliminazione di acido carbonico che cede all'aria medesima. L'altro dell'aria accade quindi per converso, in causa dell'ossigeno rimesso al sangue in cambio d'acido carbonico da questo cedutole. Senza entrare ora in calcoli sulle quantità rispettive, basti avere per fermo che nello stato normale, il sangue riceve tanto più ossigeno dall'aria, quanto più acido carbonico le fornisce: onde poi la differenza dell'aria atmosferica *ispirata* nell'atto della respirazione, da quella *espirata*. Risultando di fatto che la respirazione si verifica eguale sulle alte regioni dell'AMERICA centrale come a costa del mare, se ne conghiettura con molta probabilità che il sangue non assorbe o non si carica d'*ossigeno* in virtù di esterna pressione, ma per forza di affinità. Gli animali periscono nell'aria troppo carica d'acido carbonico, perchè il sangue invece di rimettere acido carbonico, vien costretto a prenderne, e forse viene eliminata la piccola dose d'ossigeno che trovasi nel sangue venoso, ossigeno destinato alle vitali funzioni cui adempie il sangue medesimo. Quando infine l'animale in ambiente angusto e chiuso, divien costretto ad aspirare di nuovo l'aria stessa da lui espirata, questa non può più valere a mantenergli la vita.

3258. La **mancanza d'aria respirabile** nell'esposto caso risulta esiziale per due motivi:

1° Manca l'ossigeno; 2° soperchia invece l'acido carbonico.

Se adunque in un'atmosfera limitata venisse tolto l'*acido carbonico*, ad esempio, facendolo assorbire da una *lisciva di potassa*, come adoperarono il REGNAULT e il REISET, l'animale potrebbe vivere alcun tempo, non però se invece troppo scemasse l'*ossigeno*. Nel § 3195 si notarono opportuni rilievi sull'argomento. Ed ho insistito sul medesimo, perchè del 1849, sulle coste dell'INGHILTERRA, a bordo di una nave d'emigranti che vennero rinchiusi in angusta cameruccia durante una procella, in poco meno di sei ore, più di 60 miseramente perirono. Quando l'agronomo entrando nella stalla de' bovini, nella sua serale visita scorge la fiamma della lampada languida ed allungata, può conchiuderne che l'aria dell'ambiente è troppo carica d'aria espirata dagli animali, e dee aprire porte o ventilatori. Consigliano taluni di soccorrere coll'uso della calce idrata; efficacissima, perchè assorbe avidamente l'*acido carbonico*, ma inconvenevole, perchè nel frattanto l'acqua d'idratazione della calce vaporizza e l'ambiente atmosfera si carica di umidità.

3259. La **respirazione** paragonasi alla combustione (§ 2976): l'ossigeno dell'aria combinandosi coll'*idrogeno* e col *carbonio* del sangue, per formare acqua ed acido carbonico, serve per ciò a produrre il calore necessario alle funzioni vitali. Il combustibile in questo caso diviene l'idrogeno ed il carbonio, e l'operazione non sembra differire dalla combustione. Infatti comecchè più tranquilla, e svolgente meno elevata temperatura, tuttavolta il calorico sviluppato ne' due casi, rapportato alla stessa quantità di combustibile, vuolsi presso a poco

eguale (1). Comparazione e misura da riporre fra i problemi più ardui, e di cui non ardirò proferir verbo di dissenso, rifermando solo il dubbio se parte dell'*ossigeno* respirato non venga dalla macchina organica impiegato ad integrale produzione d'alcuna delle sue tante parti solide e liquide. Del resto tenga per fermo l'agronomo non esistere corpo organato vivente senza la funzione del respirare, senza l'incessante ricambio di sostanze gassose dallo interno all'esterno e viceversa: ed anzichè confondere due opere di distruzione come sono l'abbruciare e fermentare, con quella ch'è la più essenziale della vita, rimemori la distinzione che ho posta al § 2976; provenire cioè:

la **combustione** dalla forza d'IMPULSIONE
la **respirazione** dalla forza VITALE
la **fermentazione** dalla forza d'ATTRAZIONE.

Rispetto poi agli speciali ufficii della *respirazione*, e come per esse si modifichi l'aria, basti quanto n'ho detto ai §§§§ 3194, 3195 3196 e 3257.

3260. La **respirazione vegetale** verrà chiarita, quando descritti gli organi che l'eseguiscono. Chimicamente considerata, si parrebbe offerire due particolarità distinte dalla *respirazione* degli *animali*, oltre la differenza consistente nell'*ispirare* dall'aria l'*acido carbonico* che gli animali invece vi *espirano* e nell'*espirare l'ossigeno* che questi ne *ispirano*.

La 1ª particolarità cui accenno, consisterebbe nel servire la *respirazione* delle piante ad intrinseca loro nutrizione, più che non si paia quella degli animali.

La 2ª nell'espirare, elleno le piante, gli elementi dell'aria non isolati, ma composti ad esempio in *vapor d'acqua*, in *acido carbonico*, ed in *ammoniaca*.

La 3ª nella singolare influenza della luce che sembra governare la *respirazione* delle piante con effetti inversi a quella degli animali; laddove oscurando l'aere si pare la respirazione vegetale simigliante all'animale.

Se non che dovremmo ora entrare nell'esame anatomico ad esempio delle foglie sommerse per confrontare i loro organi respiratorii con quelli dell'altre foglie comuni: e a dir vero l'analogia colle funzioni animali richiederebbe la nozione del diverso apparecchio respiratorio dell'animale terrestre e dell'acquatico. Laonde si vorrà tollerare ch'io ne rimetta le nozioni ulteriori alla BOTANICA e ZOOLOGIA, Agrarie.

[8] NUTRIZIONE.

I. Elementi plastici e respirativi.

3261. Le **piante contengono i tre principii** costituenti i tre capitali elementi del sangue.

---

(1) PIRIA. Tratt. elem. cit., pag. 318. « Un uomo adulto consuma in 24 ore un chilo-« grammo circa di *ossigeno* per riscaldarsi alla temperatura uniforme di 37°,5. Un chi-« logr. d'*ossigeno* consumandosi per alimentare la combustione d'un fornello acceso, « genera una temperatura molto più elevata, ma la combustione ha una durata propor-« zionatamente più breve, e per conseguenza i prodotti, cioè la quantità di calorico svi-« luppato sono eguali ne' due casi ».

Il *glutine* di cui abbondano le graminacee (§ 3157) ha nome di *fibrina vegetale*, perchè tramutasi negli animali in *fibrina animale*.

L'*albumina vegetale* (§ 3156), principio nutritivo de' legumi, estraesi da queste piante facendone bollire i succhi chiarificati, che si rapprendono in coagulo identico a quello ottenibile dal siero di sangue dilungato d'acqua e bollito.

La *caseina vegetale* (§ 3159), terzo principio nutrizio abbondante ne' cotiledoni delle leguminose, piselli in ispecie, lenticchie, fave ecc. simile in tutto al *caseo* del *latte animale*.

Ecco adunque i *principii plastici* rinvenuti esistenti ne'vegetabili, i quali di certa guisa sarebbero i veri generatori del sangue. Ma questa teoria si proclami e si adotti con sobrietà, come tutte le proposizioni assolute e generali della odierna Chimica Organica. Non solo, perchè i principii vegetali tramutino in vera sostanza animale è mestieri di speciale elaborazione eseguita dagli appositi organi e tessuti animali, ma gran parte de'principii animali medesimi ha d'uopo d'una preventiva elaborazione operata da un'altra classe d'animali. Prima che la *fibrina*, *albumina*, e *caseina* vegetali, divengano *sostanza plastica* del carnivoro, occorre che tramutino in *fibrina*, *albumina*, e *caseina* dell'erbivoro. D'altronde quanti erbivori ed anche granivori non risultano eglino inetti ad alimentare indefinite specie di carnivori?

3262. Gli **alimenti respirativi**, l'*amido*, lo *zucchero*, il *grasso*, mediante la loro combinazione coll' *ossigeno* (§ 3181), conservano la temperatura nel corpo animale: quindi a pari circostanze desso ne consuma nella state meno che nel verno, e nelle calde regioni meno che al Nord. Se gli alimenti abbondano di grasso più della quantità rispondente all'ossigeno ispirato, esso si accumula: e per la stessa ragione l'altre sostanze non azotate tramutano in *adipe*.

3263. La **proporzione tra gli alimenti plastici e i respirativi** (§ 3247 e 3248) necessarii all'uomo che fatica ed alle bestie che lavorano, vuol essere non quale occorre per conservare il loro corpo quando riposa, bensì come richiedesi non solo per mantenere, ma per disvilupparne il crescimento. E mi spiego: il bambino, il giovinetto, oltre la conservazione dell'individuo, consumano certa porzione di nutrimento per crescere, ingrassare, ingagliardire. Analogo sovrappiù occorre all' adulto per faticare. Laonde partendo dai principii sostanziali del latte, conchiude il Liebig, necessario all'uomo che lavora, tal cibo che non contenga meno di 1 parte di sostanze *plastiche* per 4 di *respirative*. Le sperienze del Boussingault (1) dimostrano parimenti che per ingrassare animali, o per trarne produzione di latte, e aggiugni similmente di lana, o di piume (come nelle oche) sia aumento di grasso, sia riproduzione di latte ecc. avvengono in certa proporzione della quantità di alimenti plastici loro fornita. Da questi studi teorici discenderanno a suo luogo le norme convenevoli per la pratica del governo de' bestiami. D'altronde se ne deduce la spiegazione di fatti de' quali i pratici disveggono l'importanza. Ad esempio: i pomi

(1) Boussingault. *Ann. de Chim. et Phys.*, Tome XIV, pag 419.

di terra contengono per 10 parti *plastiche*, 87 *respirative*. In **Germania** temperano cotesto eccesso dell' ultime, traendo *alcool* dal pomo di terra, e coi residui alimentando i bestiami all' ingrasso» (1). Que' **Tedeschi** si accinsero a distillare questi tuberi pel solo fine di ricavare dello spirito: di poi sperimentata la facoltà nutrizia de' loro residui, ormai non distillano fuorchè coll'intento d'ingrassare con isparmio il bestiame.

II. Alimenti.

3264. **L'alimentazione vegetale** nel suo aspetto complesso, ne fa rilevare convertirsi molt'*acqua* e molt'*aria* in nutrimento delle piante. **Teodoro** di **Saussure** allevando piante acquatili in vasi chiusi, entro acqua pura, vi trovava dopo alquanti giorni notevole crescimento di peso (2). Calcolando, in una pianta qualunque, l'aumento in peso procacciatole

1° dal *carbonio* fissato nella respirazione o in altro modo,

2° dalle sostanze materiali, *terrose*, *saline*, *alcaline*, ecc.

3° dal gas *ossigeno* inspirato,

4° dalle sostanze solubili assorbite e assimilate.

si arriva a un peso in complesso non eccedente il ventesimo del reale aumento di peso avvenuto nel vegetabile. Non si può conchiudere a rigore che gli altri diciannove ventesimi sieno acqua, ma oltre l'argomento fornitone poco dianzi (3), questo val pure moltissimo a dimostrare l'acqua siccome principalissimo elemento della nutrizione vegetale. E veramente nel suo stato d'acqua; almeno in gran parte, conciossiachè il supporre che la pianta non la ritenga decomponendola (giacchè non si verifica altra eliminazione d'*ossigeno* in fuori di quello risultante dalla decomposizione dell'*acido carbonico*), non varrebbe a dimostrare che tutta l'acqua introdotta nelle piante, vi permanga nello stato di acqua. Molto *idrogeno* occorre nella formazione in ispecie de' composti non *azotati*: e in pari tempo d'*ossigeno* è mestieri per tutti, *azotati* e non *azotati*. S'hanno anzi fatti rilevati dall'**Humboldt** (4) di piante crittogame esalanti *idrogeno*, e forse qualche accurata indagine potrebbe rilevare altrettanto in certe piante crasse, almeno in parecchie circostanze.

3265. **Aria** traeva il **Bischoff**, tagliando sott'acqua lo stelo di una pianta e premendolo: difatti scorgesi in questo caso sortirne bollicine d'aria, mentre fuori dell'acqua colla pressione medesima non vedesi uscire liquido (5). La quale presenza dell'aria, avvertita già dal sommo **Malpighi** nelle trachee, offre due questioni:

Prima: d'onde proviene quest'aria abitualmente contenuta ne' vasi vegetali?

---

(1) Cotto il pomo di terra, e ridotto in poltiglia liquida, ponendo a contatto dell'orzo germogliato ne convertono la fecola in zucchero: poi con lievito di birra producendo la fermentazione di quella specie di mosto, tramutano lo zucchero in alcool che raccolgono colla distillazione.

(2) Th. de Saussure. *Rech. sur la végét.* Cap. VII, § 1.

(3) § 3201, Sperimenti del Vauquelin, citati in nota.

(4) Humboldt. *H. Freyb. Spec.*, § 11.

(5) Bischoff. *De vera vasorum spiralium plantarum structura et indole.* Bonnae 1829.

Seconda: di qual guisa quest'aria consta più ricca d'*ossigeno* che non l'atmosferica, e forse priva d'*acido carbonico*?

La risposta al V LIBRO (1), ove si troverà l'analogia coll'aria circolante per le trachee degl'insetti, forse per l'identico fine di agire sui succhi nutrizii circolanti pel tutto il corpo si delle piante che degl'insetti medesimi, i quali cred'io sarebbero per avventura forniti d'analoga aspirazione d'aria per fori speciali presso i piedi, come le piante per invisibili stomi delle radici, oltre la respirazione propriamente detta (§ 3255). La maggior proporzione d'*ossigeno* nell'aria interna delle trachee vegetali, dimostrerebbe un'altra sorgente di *carbonio* assimilato dalle piante. Per gl'insetti, essendo solo una mia ipotesi, niuno ebbe a conghietturare, se sia più o meno ossigenata dell' atmosferica. Del resto altre cavità particolari esistono in alcuni vegetabili, piene d'aria forse sviluppata dal loro organismo, allo incirca come negli animali se ne distriga negli intestini, nelle vesciche natatorie, negli enfisema. Per compimento d'analogia molte piante acquatili hanno vescichette natatorie, manifeste nel *trapa*, nell'*utricularis*, nel *fucus natans*, nel *vesciculosus*, mentre probabilmente altre cavità aeree ne' pezioli o peduncoli delle *ninfee*, ne' fusti delle *naiadi*, le soccorrono per mantenersi erette nell'acqua.

3266. **Sostanze materiali indispensabili** entrano nella nutrizione. Gli alimenti mancanti affatto de' minerali che rinvengonsi nel sangue, riuscirebbero insufficienti alla conservazione e sviluppo dell'animale. Parlando del *fosforo* feci rilevare (§ 2908) la presenza d'eguali sostanze materiali nel sangue di varie specie d'animali, e nelle piante di cui si nutrono. La scienza, dissi, non pervenne guari a spiegare l'azione di gran parte delle medesime. Il LIEBIG richiede come avvenga che, ad esempio, i sangui di maiale e di cane contengano il 36 d'*acido fosforico* per 100 di sostanze minerali, quello di gallina oltre il 40, ed invece i sangui di bue e di pecora non ne contengano più del 14 al 16 per 100. Come spiegare, soggiugne egli, che sangui così diversi soddisfino allo stesso fine? A di lui stima coll'analisi non rivelasi minima differenza tra gli elementi incombustibili della carne di bue, e quella di cane o di maiale. Che le ceneri di carni degli erbivori sieno identiche, poni pure a quelle de'carnivori, ciò conferma la proposizione ch'ho più volte argomentata, non doversi cioè investigar la presenza di qualsisia elemento di una sostanza coll'abbruciarla. Colla incinerazione si trova solo quell'ultimo residuo che può sfuggire alla violenza della combustione; ma non poche sostanze, anche materiali, in date combinazioni, possono riuscire combustibili. Se organi e tessuti d'erbivori si risolvono in ceneri identiche a quelle d'organi e tessuti di carnivori; se invece quelle del sangue offrono diversità rilevanti, ad esempio, per la quantità d'*acido fosforico*, e dell'*acido carbonico*, non si può conchiuderne per ciò che sia nulla l'influenza di quella maggior copia di sostanze materiali nel processo plastico dell'organismo.

3267. Il **sale marino** per la sua somma importanza nel governo del be-

---

(1) Il BISCHOFF la ritiene aria introdotta dalle radici, e non di quella respirata. Da sperienze troppo difficili, ma ripetute, conchiuse che quest'aria dei vasi conteneva 8,5 di *ossigeno* più dell'atmosferica.

stiame richiama un cenno prima di por termine alla investigazione della parte dovuta alle sostanze minerali nell'alimentazione. Le ceneri del sangue d'uomo, di montone, di maiale, di bue, di vitello offrono dal 50 al 60 per cento in *sal marino*. Le ceneri de' vegetali di cui nutronsi il cavallo, e la vacca ne contengono in tutt'altra proporzione. Invece, avvegnachè le ceneri dell'orine mostrino sempre minor quantità di sale marino che non se ne riscontra nel sangue, tuttavolta ne contengono più o meno in proporzione che abbondano negli alimenti.

Conchiudo col LIEBIG che ne' vasi sanguigni un'azione qualunque resiste all'aumento o diminuzione del sale marino, dappoichè la proporzione non supera un dato limite;

che il sale marino costituisce un elemento non accidentale, ma costante del sangue (1).

Conchiudo contro il LIEBIG che nell'orina la proporzione di sal marino può risultare maggiore di quella normalmente contenuta nel sangue;

che non tutto l'eccesso passa nelle orine, giacchè gli animali nutriti con sale, hanno carne più sapida, più sostanziosa, e più digeribile, oltre lo aumento di latte, di lana ecc. e più copioso e miglior concime (2).

Cotesti riflessi ne ricorranno opportuni negli studii pratici. Se ne raccolgano intanto questi tre corollarii,

1° L'*amministrar sale* al bestiame può essere non soltanto utile ma in molte circostanze necessario.

2° Il *darne troppo* non nuoce, perchè l'eccesso s'elimina nelle orine.

3° La *quantità eccedente* l'uopo igienico dell'animale non resta perduta, perchè oltre i beneficii anzidetti passa coll'orine ad *acconciare* il terreno.

Il sagace economo calcolerà se sì fatto acconciamento venga pagato dalla più ricca vegetazione delle piante coltivate; ma siccome inoltre il sale stimola eziandio l'appetito del bestiame, gli fa gustare foraggi sgradevoli o scadenti (3), troverà sin d'ora, nel dubbio che i suoi animali non ricevano nell'alimentazione sufficiente dose di questa sostanza, utile piuttosto la prodigalità che l'avarezza.

3268. **Il novero delle sostanze nutritive**, sia del regno vegetale, sia dell'animale, colla loro diversa facoltà di alimentare formò spesso il subbietto di chimiche investigazioni, ma sin ora limitatamente e senz'assumere lo sviluppo competente all'indefinito numero delle medesime. Oltrecchè, tal sostanza riesce indispensabile alla nutrizione di un dato essere organico, ed affatto inutile, o anche nociva ad un altro. Quindi sorpasso questo argomento d'altronde estesissimo, rimettendo al V e VI LIBRO le relative particolarità necessarie a sapere per conseguire la prospera riuscita delle piante coltivabili e de' domestici animali, e mi limito ad un concetto generico sulla relazione tra le due categorie di sostanze nutritive.

3269. **Alimentazione vegetale o animale.** Il pane relativamente ai nutrizii principii che rinvengonsi nella carne:

---

(1) LIEBIG. *Lett. cit.*, Lettre XXXIV.

(2) MALAGUTI. *Nuove Lezioni di Chim. Ag.* Versione CARLEVARIS. TORINO, Cugini POMBA e C., 1854, pag. 131.

(3) Nel BRASILE settentrionale afferma il WARDEN, e nella COLOMBIA il ROULIN, che gli animali domestici deperiscono se non gli si porge sale, o sabbia salata.

1° Non li contien tutti;

2° Quelli che contiene richieggono maggiore lavoro di digestione che non quelli della carne.

Convengono i chimici nella 1ª proposizione, perchè nella carne, oltre la fibrina, l'albumina ed i sali indispensabili alla formazione del sangue, rinvengono altre sostanze non trovate nel regno vegetale. Ciò è sì vero, che facendo un brodo assai concentrato con diverse qualità di carne, si arriva ad ottenere un residuo di carne così rifinito da non poter più distinguere se sia di manzo, di maiale, di capriolo o di pollo; ma quel brodo ha contratto lo speciale sapore della carne arrostita di quell'animale cui apparteneva (1). Del resto, le sostanze della carne non trovate ne' vegetabili sono parecchie, e poche le conosciute (2).

Disconvengono i chimici nella 2ª proposizione, quando pretendono quell'identità perfettissima del glutine colla fibrina, della fecola col grasso, e via dicendo, che ho più volte, secondo la mia possibilità, contrastata. Grado a grado consentono, fieno, avena, pomi di terra, rape, frumento, produrre nella economia vivente sangue e carne: ma non sì rapidamente come la carne stessa può riprodurre altra carne per riparare con assai tenue dispendio di forza organica alla sostanza muscolare consumata nel lavoro ecc. La macchina vegetale prepara sostanze che la macchina dell'*erbivoro* converte in suo pro, ed apparecchia di guisa che la macchina del *carnivoro* ha facoltà di tramutare in sostanza propria, mercè un'elaborazione di cui essa e non quell'altre, è soltanto capace.

III. Lavoro della nutrizione.

3270. Come **s'operi la nutrizione** è problema complesso sì per le piante che per gli animali, ed appena potrà investigarsi dopo chiarita la loro anatomica e fisiologica cognizione. Ancorchè avessi compiutamente sviluppato il lavoro della *digestione* (§ 3244 ecc.), rimarrebbe troppo arduo subbietto diciferare il trapasso delle sostanze digerite alla loro incorporazione nell'organismo, e solo posso restringermi a qualche chimico riflesso.

3271. Il **tessuto cellulare** delle piante offre un'idea del modo con cui può accadere, chimicamente parlando, il *processo* della nutrizione vegetale. I liquidi nutrizii, in ispecie il succhio *discendente*, percorrendo gli organi della pianta

---

(1) Perciò, chi preferisce il buon brodo riponga la carne nell'acqua fredda, e la faccia scaldare grado a grado e bollir lentamente: chi desidera invece saporita la carne, la getti di subito nell'acqua bollente per qualche minuto, mantenendone poi la temperatura a 74 o 75 gradi. Si raggiugne qualche volta l'intento del buon brodo mercè la prolungata cottura, ma per aver la carne cotta e succosa, vale l'accennata immersione a dirittura nell'acqua bollente, perchè fa coagulare l'albumina della superficie verso l'interno, creando una specie d'inviluppo che impedisce al miglior succo di sortire, ed all'acqua di prenderne il posto. V. Liebig. Lett. citate. Lo stesso vale pel *rosto*, e le applicazioni di questa digressione di ghiottoneria, capiteranno nel parlar della cottura di tuberi, radici ed altri foraggi per gli animali.

(2) *Toutes ces substances* (créatine, créatinine ecc.) *ne sont en somme qu'une faible portion de l'extrait de viande: la plus grande partie se compose de substances incristallisables, dont les propriétés ne sont pas encore assez étudiées pour qu'on puisse les isoler; à ces substances appartiennent surtout les parties sapides du jus ainsi que celles qui brunissent si aisément par une douce chaleur* ecc. V. Liebig, Ann. de Chim. et de Physique,

depositano, o piuttosto cedono alle cellule che incontrano, gli alimenti costitutivi d'altre cellule che alle preesistenti s'accollano. Lo che talora accade in modo sensibilmente regolare, come scorgesi dal cellulare tessuto della midolla di sambuco dimostrato dalla fig. 777. Altre volte le cellule formano canalucci allungati,

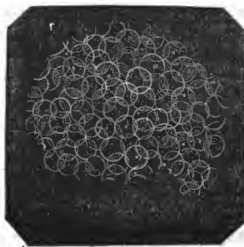
Fig. 777.

e nella fig. 778 scorgonsi quelle dello sparago, rilevandosi poi dalla fig. 779 come nel comporsi quell'accollamento, il contorno della sezione acquista

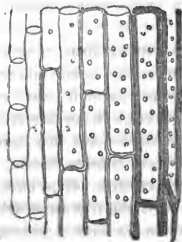
Fig. 778.

quasi la sagoma di poligono irregolare. Ma per proseguire in questo subbietto, dovrei descrivere a dirittura la composizione rispettiva di tutti gli organi delle piante, affine d'investigare i *processi* del loro accrescimento, restaurazione ecc. Volli menzionare il tessuto cellulare, perchè la *sostanza cellulare*, o *cellulosa*, nel rapporto chimico rinviensi identica in tutte le parti d'una stessa pianta non solo, ma di tutte le piante. Però innanzi tratto riguardisi l'agronomo dal confondere *cellula* con *otricello*. E fu il MALPIGHI che ne apprese a di-

Fig. 779.

stinguer questo siccome costituente cavità con propria parete compiuta, dalla *cellula* avente pareti comuni con altre cellule (1).

Ora cotesta *cellulosa* costituente le pareti delle cellule, fibre, vasi ecc. ha composizione chimica eguale, o più esattamente analoga a quella dell'*amido* e della *fecola*, ed anche della *destrina* (2). Adunque una identica sostanza talora s'offrirebbe entro i tessuti vegetali ivi depositata in forma di granelletti solidi ed insolubili, ed ecco costrutta la *fecola*: tal'altra fiata, illiquidita, perdendo la insolubilità si diffonderebbe per tutte le parti del vegetale, ove troverebbesi nello stato di *destrina*: infine stendendosi e solidificandosi in membrane comporrebbe qual membrana cellulare tutta la trama, l'ordito, o vuoi l'intelaiatura, od ossatura del vegetabile. Il lettore sagace comprende da questi pochi cenni che il contenuto sarebbe costituito della stessa materia di cui si compone il vaso che lo contiene. E così via dicendo, per quanto si possa sperare di congbietturare chimicamente i fenomeni principali della vita, per amore soverchio di semplicità, e per manchezza di sobrietà nell'applicare un ramo di scienze quasi con esclusione d'altri filosofici aiuti, anzichè lucidità e convinzione si genera confusione e sfiducia. E veggiamone altra prova.

3272. Il **grasso si forma nell'animale** o proviene soltanto bell'e fatto dal vegetale di cui l'animale si nutre? Più volte ho accennato a quel ticchio de' Chimici di pretendere l'animale organismo capace soltanto di scomporre e distruggere. Fortunatamente, oltre le recenti sperienze del PERSOZ (§ 3179), l'altre più antiche dell'HUBERT s'ebbero in conto di buone a qualche cosa, e messe a riprova constatarono che api nutrite di puro miele edificarono il loro favo con quantità di cera, tripla di quella fornita dall'alimentazione. Questo eccesso di cera non potea quindi formarsi nel corpo dello insetto che producendosi dal suo organismo. Nella larva dell'insetto della galla, il LACAZE e il RICHE hanno verificato fabbricarsi la materia grassa cogli elementi dell'amido di cui si nutre (3). Altrove notai come il BERNARD pervenisse da vari sperimenti a conchiudere formarsi *zucchero* nell'organismo animale. E questo basti perchè l'agronomo ritenga; che anche nell'animale, la nutrizione non è un semplice meccanico atto di applicazione delle sostanze nutrizie al corpo del medesimo, ma un lavoro chimico-fisiologico anche più complicato e meraviglioso di quello della nutrizione dei vegetali.

3273. Se non che troppo gravi difficoltà incontreremmo nel proseguire a discorrere di nozioni affatto incomprensibili quando non le precedano da quelle da svolgere nel V e VI LIBRO. Il fenomeno della nutrizione vegetale forma il subbietto più importante per l'agronomo desideroso di conoscere la ragione delle pratiche rurali del coltivare, come quello dell'alimentazione animale è la più certa base pel buon governo ed allevamento del bestiame d'ogni specie. Pur troppo esiste grave lacuna anche ne' migliori trattati di fisiologia, perciocchè si faccia punto di certa guisa alla digestione; e l'ulteriore scelta e incorporazione delle sostanze *plastiche* e *respirative* quasi non si curi d'indagare come avvenga, o almeno di qual modo possa verosimilmente accadere. Nella vegetale

(1) MALPIGHI. *Anat. Plant. Londin* p. 7, tab. 4, fig. 19 ecc.
(2) JUSSIEU. *Cours élém. de Botan.* Nutrition.
(3) QUATREFAGES. Rapport sur une Mém. de MM. LACAZE-DUTHIERS et RICHE ecc. (5 Sept. 1853). Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tome XXXVII, pag. 595.

poi, leggi in dotti libri di botanica, ad esempio, il succhio ascendente caricarsi, cammin facendo, di materiali che incontra per lui apparecchiati ne' diversi organi. E di che modo vi pervennero, e vi si apparecchiarono, se unico mezzo o veicolo per introdurli esser potea solo quello stesso succhio ascendente?

3274. Una **essenziale differenza tra piante ed animali** voglio pur notare non ancora rilevata da alcuno, rispetto alla nutrizione. Un uomo può consumare annualmente 300 chilogrammi di pane, un cavallo 3000 chilogrammi di fieno, un maiale 2500 chilogr. di pomi di terra, senza che veruno di essi alla fine dell'anno sia cresciuto un sol chilogrammo di peso. Intendo parlare di adulti, sani, e grassi, non soggetti a fatiche, lavori ecc. Per lo contrario non conosco veruna pianta la quale possa mantenersi in siffatto *statu quo*. Finchè si nutre, cresce; ovvero entra nello stadio di deperimento ed allora scema la sua alimentazione, quando invece accade forse il contrario in molti animali. L'accennata *differenza* si chiarisce agevolmente, sul riflesso che le piante mancano di moto, di senso, e d'intelletto. Onde conseguita che la parte *plastica* degli alimenti, negli animali dee in parte pure esaurirsi nella produzione delle tre dinotate attività. Quindi l'animale in riposo con minor dose di nutrimento si conserva, e ciò avviene intendendo per riposo lo astenersi dal moto, e dagli atti sensuali, ed intellettuali. Affamano gl'IRLANDESI e chiamano perciò ingannar la fame, il procacciare di dormire quanto possono.

IV. Effetti dell'alimentazione.

3275. L'**influenza degli alimenti** sulle funzioni fisiche e intellettuali, risulta in molte circostanze evidentissima. Tre persone, l'una che nutrasi di carne di bue e pane, l'altra con pane e cacio, ovvero baccalà, la terza con pomi di terra, riguarderebbero, a stima del LIEBIG, una difficoltà che loro si affacciasse, sotto un aspetto affatto diverso (1). Io non entro su questo proposito in altre disputazioni, perchè non pertinenti al subbietto. Mi basterà se l'agronomo conchiuda che le leggi della Natura non voglionsi avversare giammai, ed in ispecie quando trattasi che le medesime sono dalla Natura stessa dichiarate, come accade per l'alimentazione, giacchè seppe fornire sì portentoso numero di animali di quel mezzo cui diciamo istinto (2) onde scegliere le specie di nutrimento a ciascuno appropriate.

3276. Si **obbietterà** che l'istinto comanda all'INDIANO di nutrirsi di carne colla pesca o colla caccia, mentre l'EUROPEO non saprebbe vivere senza pane; anzi gran parte de' campestri lavoratori ITALIANI, quasi a tutto, il granone antepongono. Quest'*obbiezione* s'annulla ponendo ciascuno fuori delle condizioni eccezionali; e se non merita nè manco di rispondere che l'EUROPEO, ove il possa, non ommette il promiscuo uso del pane colla carne, o più generalmente

(1) LIEBIG. *Nouv. lett.*, XXXV Lettre.

(2) E sull' *istinto* si aggiunga questa solenne sentenza del DE FILIPPI: *Esso è frenabile.... persino pervertibile. .., ma non suscettibile di perfezionamento alcuno. Anzi l'istinto, ed è più efficace, ed ha maggior libertà d'azione quanto meno è soggetto al dominio della intelligenza.* DE FILIPPI, I tre regni della Natura. Regno animale. MILANO VALLARDI 1852.

dell'alimentazione vegetale coll'animale, son ben da memorare col Liebig queste parole che, secondo narra il Crevecoeur, un capo Americano proferiva ai Missisagui componenti la sua tribù.

« Non vedete voi che i bianchi vivono di grani, mentre noi viviamo di « carne? che la carne richiede 30 mesi per farsi, e di spesso scarseggia? che « ciascuno de' grani meravigliosi ch'eglino seminano, la terra glieli rende cen- « tuplicati? che la carne ha quattro gambe per salvarsi, noi due soltanto per « agguantarla? che i grani stanno e crescono là dove gli uomini bianchi li semi- « nano? che nell'inverno, epoca per noi delle caccie disagiose, è per loro tempo « di riposo? Quindi essi hanno tanti figli, e vivono più lungamente di noi. Io il « dico adunque a quanti m'ascoltano: prima che gli alberi sulle nostre capanne « periscano di vecchiezza; prima che gli aceri della valle cessino di produrre « zucchero, la razza de' piccoli seminatori di frumento estirperà la razza de' « mangiatori di carne, se questi cacciatori non si determinano a seminare ». L'Indiano, e così qualunque popolazione, per quanta carne consumi, non potrà vivere e crescere quanto quella che alla carne unisce gli alimenti vegetali, onde le sostanze specialmente atte all'uopo della respirazione. Cinque libbre di carne appena gli valgono quanto una libbra di fecola ed una sola di carne.

3277. La natura degli alimenti modifica quella del sangue.

Carne e *pane*, contenendo *fosfati* e non *carbonati*, riportano nel sangue soltanto *fosfati*.

Se *pomi di terra*, e *legumi* freschi s'aggiungono nell'alimentazione, si troveranno nel sangue anche *carbonati*.

Frutti, *radici*, o *legumi* freschi, mangiati soli, senza pane, e senza carne, riducono il sangue del carnivoro pari a quello del montone o del bue.

Ma queste modificazioni ognun vede, limitarsi a ristretti confini, perciochè alla perfine il sangue umano modificato a natura di quello di montone o di bue ridurrebbe la vita dell'uomo a mal partito.

Non **dilungherò** ulteriormente su questi rapporti tra gli alimenti, e gli effetti dell'alimentazione. Le mie forze rimangono troppo soverchiate dall'argomento, e d'altronde lo svolgerne un esplicamento plausibile, riuscirebbe tanto più lungo, e difficile, quanto è maggiore lo sconsentimento a certe dottrine che fanno sconfidare quasi quasi della scienza medesima. Qual sentimento provoca questa speranza del Liebig, che per lo avvenire una semplice operazione chimica potrà far conoscere la composizione del sangue col mezzo della composizione dell'orina? (1) Adunque i ruderi d'un edifizio incendiato basteranno a chiarire tutto ciò che il fuoco avrà consumato? Confronto tanto più irrepugnabile in quanto vogliono comparare appunto la macchina animale ad un fornello, e le di lei funzioni principali ad un processo di combustione. Quindi si può ammettere che gli alcali minerali favoriscano ed aumentino l'attitudine di parecchi elementi a combinarsi tra loro, in termini chimici la combustibilità degli agenti di respirazione; che gli acidi de' *citrati*, *tartrati*, *o malati possano abbruciare così compiutamente come nell'apparecchio di combustione più perfetto*, ma questo non distrugge il fatto che gran parte delle sostanze materiali introdotte

(1) Liebig. *Nouv. Lett.*, Lettre XXXIV.

nell'organismo v'entrino con destinazione di plastiche o formative, quasi come orditoio di dati organi e tessuti.

[9] SECREZIONI.

3278. Dal **sangue le secrezioni liquide**, sieno poi *escrementizie* o *recrementizie*. Queste però, cioè le *recrementizie* vengono negli animali elaborate da speciali ghiandole (§ 3087). Accade del *sangue* come del *succhio discendente* de' vegetali: questi liquidi incessantemente si rinnovano, perchè incessantemente risolvonsi in principii di nutrizione o di secrezioni, le quali in fin de' conti costituiscono pure materiali d'alimentazione in quanto divengono essenziali al corpo organato per determinati ufficii e funzioni. La secrezione del suco gastrico valga per tutte a dimostrarlo. Ne' precedenti ARTICOLI ho descritte le principali sostanze d'origine vegetale od animale costituenti le varie specie di secrezioni. Il dichiarare ora come gran parte delle medesime dipendano da speciali organi, mancando i quali esse più non produconsi nell'economia animale, ed inoltre a quali ufficii sieno destinate, ne farebbe sortire dallo studio puramente chimico dell'organismo.

3279. La **materia fecale delle piante** (per conservare il nome dal PLENK (1) assegnato all'escrezioni delle loro radici) non si vuole ammettere per tale da parecchi Botanici. Posciachè il BRONGNIART discoperse piccoli canali escretori nelle ghiandole che tappezzano il fiore di alcune *gigliacee* sul supposito che tuttavia generalmente manchino ne' vegetabili perchè ancora non si giunse a rinvenirli, si volle conchiudere (2) che le materie escrete non ponno uscire se non per le stesse vie onde s'introdussero le nutritive. Oltrecchè simigliante fenomeno si verifica in animali d' ordine inferiore, ciò non distrugge il fatto di reali secrezioni escrementali, e quando che sia noterò il funesto esempio che ci porgono i gelsi, i quali perciocchè l'espulsione delle loro fecce non venga abbastanza eseguita per la via delle radici, se non abbiano nel tronco fori o fenditure onde il soperchio ne sgorghi e s'elimini, talmente soffrono da perire quasi di morte apopletica, o di subitanea asfissia nel più bello di una rigogliosa vegetazione (3). In questo luogo sarebbe da indagare la natura o composizione chimica di coteste materie fecali, e se ne trarrebbe luce per norma della coltivazione e concimazione delle piante. Ma nè l'UNGER, nè il MEYEN, nè il WALSER avendo potuto ripetere con successo le sperienze del MACAIRE, i Chimici più non curarono d'istituire analisi sulle accennate materie escrementizie de' vegetabili.

[10] RIPRODUZIONE.

3280. Il **seme**, nel suo più esteso significato, costituisce la sostanza più speciale a ciascuna fatta di esseri organici. Le stesse sue esteriori apparenze

(1) PHYSIOL., pag. 64. Traduz. francese.
(2) JUSSIEU. *Botanique*, I, § 317.
(3) V. FELSINEO. *Del forare i gelsi*. VII, pag. 12 (8 Giugno 1841).

e fisiche proprietà si presentano così distinte per ogni specie d'individui, che a ragione ebbe a dire l'ALIGHIERI

Ch'ogni erba si conosce per lo seme (1).

Sul *polline* fecondatore de' vegetabili e sul *liquore prolifico* degli animali si hanno perspicue investigazioni di botanici, zoologi, e fisiologi.

3281. Del **polline** la Chimica organica non rilevò ancora l'analitica composizione. Nello studio fisiologico di questa sostanza ci si offrirà il meraviglioso fenomeno dello sviluppo di minimi filamenti con proprietà analoghe a quelle degli *spermatozoidi*, voglio dire corpuscoli *animaliformi* quali si riscontrano nel *liquore prolifico*. Ma tuttociò si riferisce ad anatomiche e microscopiche indagazioni, mentre tace la Chimica sugli elementi di cui si compone il *polline*, la *fovilla* ecc., non che sulle chimiche combinazioni che nell'atto fecondatore deono essenzialmente avvenire.

3282. Del **liquore prolifico**, ossia *sperma*, le analisi del VAUQUELIN porgono insufficiente contezza. Di poi il FRERICHS, lo HENLE, il LEHMANN ecc. tentarono altri cimenti, ma la difficoltà più grave consiste sempre su quel 3° riflesso esternato al § 3154. Infatti nel liquore in questione, l'evaporazione dà luogo a formazione di cristalli di fosfato *ammoniaco-magnesiaco*. E il TOMMASI ne trae giusto motivo d'inchiedere (2): D'onde l'ammoniaca? È dessa per avventura la conseguenza d'un principio di decomposizione? (3) Gli è poi quasi impossibile tener conto delle ultime vicende del fenomeno della riproduzione per generazione, quando scorgesi che ad esempio la fecondazione non avviene senza la penetrazione degli *spermatozoidi* nell'interno dell'uovo. La qual penetrazione, confermata dal BARRY e dal NELSON (4), vogliam noi dubitare che similmente non avvenga rispetto ai filamenti nel § 3281 indicati?

3283. Gli **altri modi di riproduzione**, oltre il precedente ch'è la *generazione sessuale*, non offrono subbietto di chimiche nozioni. I fisiologi intendono per *gemma* qualunque organo (escluso l'uovo) fornito del potere riproduttivo, ossia di svilupparsi in un essere simile a quello cui appartiene o da cui si stacca. Nè mancarono naturalisti i quali pretesero che la gemma, sia poi un *bulbo*, un *tubero*, una *spora*, un *bulbillo*, un *propagolo* qualunque, proceda da soverchio di vitalità, o di nutrizione nell'individuo in cui si forma, come se l'eccesso di vita vegetativa accentratosi in qualche parte dell'organismo vi addivenisse germe e fondamento di un nuovo essere. Niuno però si pose a considerare le chimiche combinazioni cui dovrebbe soggiacere la sostanza plastica (deputata soltanto alla conservazione o accrescimento dell'organico individuo) per acquistare la capacità di crearne un altro.

3284. Da **forze chimiche** si parrebbe tuttavia dipendente la generazione o moltiplicazione dell'infinite specie di parassiti che si sviluppano durante gli

---

(1) *Purgat.* 16, quasi prevenendo il concetto fondamentale del sistema del LINNEO.
(2) TOMMASI, *Istit. di Fisiol.*, Ediz. cit., Vol. II, pag. 36.
(3) Le fecondazioni però artificiali conseguite con successo ne' pesci, dimostrano che lo *sperma*, almeno quello di cotesti animali, non si altera sì presto nè sì gravemente, perciocchè adempie alla sua destinazione.
(4) L'INSTITUT, N° 1035 (19 Déc. 1853), pag. 366.

e via dicendo, il leggitore che a senso del mio **Prodromo** debbo supporre ancora digiuno di nozioni fisiologiche, a malo stento mi comprenderebbe, intantochè giugnendo il torno di queste sarei costretto a inevitabili ripetizioni; quindi reputo miglior partito riservare intera questa parte di Chimica Organica alle investigazioni del V e VI **Libro** cui rimando a maggior ragione lo studio chimico pertinente all'evoluzione de' semi, dell'uova, e in generale de' germi sia vegetali che animali.

Art. V. Chimica agraria de' corpi organici e organizzati, dopo cessata la vita.

[1] Tre riflessi importanti.

3288. Del **fermento**, della **putrefazione** appunto poco dianzi (§ 5284) feci parola. Se negai che procedano da esseri organici, ovvero diano a questi nascimento, non s'ha da conchiuderne, che debbano esserne sempre disaccompagnati. La quasi simultanea comparsa di parassiti nelle sostanze organiche in degenerazione, o decomposizione, produsse anzi la confusione d'un fenomeno nell'altro, e la strana ipotesi di ritenere il parassita causa ed effetto d'un medesimo fatto. Stabilisca dunque innanzi tratto l'agronomo un concetto preciso sulla parte dovuta all'azioni chimiche, e quella spettante a corpi viventi sul totale disfacimento di quelli in cui cessò la vita. E valga il seguente esempio della corruzione del legno.

3289. **Scomposizione del legno.** Le sostanze *albuminose* ed *azotate* colla simultanea influenza dell'umidità e dell'aria promuovono una specie di fermentazione nel legno, durante la quale havvi svolgimento di *acido carbonico*, e in pari tempo sviluppo di gran numero d'insetti, onde il legno lentamente scomponesi e putridisce. Per ovviare a questi agenti di distruzione, l'uno *chimico*, cioè la detta fermentazione, e l'altro *animale*, ossiano quegli insetti, si ricorse a sali solubili di rame, di ferro, di zinco, di mercurio, dotati, secondo l'espressione del Matteucci professore, della proprietà di rendere insolubili i fermenti, e perciò arrestarne l'azione, mentre riuscirono veleno e morte agli insetti.

Il *pirolignito di ferro*, cioè l'*acetato di protossido di ferro* impuro, si può facilmente ottenere colla distillazione del legno, e forse insieme ad una preparazione più economica del carbone.

Offre perciò il vantaggio di costar poco, e d'altronde contiene, oltre il sale di ferro, alquanto di *creosoto* e bitume, sostanze antisettiche ossia atte a frenare o eliminare il processo di putrefazione. Questo pirolignito disciolto nell'acqua a modo che la soluzione segni da 8 o 10 gradi dell'areometro del Baumé, venne preferito per la conservazione del legno. Il Matteucci (1) trovò che la semola imbevuta d'acqua pura cominciò a fermentare dopo due giorni, e svilupparonsi grossi vermi in mezzo a tutti i prodotti della fermentazione alcoo-

(1) Cont. degli Atti de' Georgofili, Fol. XXIX, pag. 112 e seg.

olica e putrida: imbevuta invece nella soluzione accennata di pirolignito, nulla si alterò, e togliendole con sufficiente lavatura, le piccole quantità di sali che vi restano unite, si può riottener pura e nello stato primitivo. Lo stesso accade colla soluzione di *solfato di rame*, e s'è già veduto al CAP. VII come si proceda per ottenere l'assorbimento del liquido. Ma il RIDOLFI M.se COSIMO annunciò d'avere rilevato da' suoi esperimenti, « che l'azione del *pirolignito* giovi « immensamente contro gl' insetti, ma sia poco efficace contro la lenta putre- » fazione » (1).

5290. **Causa di corruzione** non appaiono dunque i descritti insetti, perciocchè uccisi col *pirolignito*, la putrefazione s'arresterebbe. Il saggio agronomo pertanto, nel mentre ebbi a consigliarlo di riguardarsi dal concedere a sole forze chimiche la facoltà di promuovere e sviluppare i più sorprendenti fenomeni dell'organismo vivente, quando invece pon mente a quelli che succedono cessata la vita, allora non dubiti di riconoscere il predominio dell'azione chimica, e l' influenza degli agenti esteriori, non più combattuti, soggiogati, e volti in suo prò dalla *forza vitale*. *Fermento*, adunque, *corruzione*, *putrefazione*, e finale disfacimento dell'organica compage, sono essenzialmente fenomeni chimici. Ecco il *primo riflesso* ch'io volea ben compreso, e da coordinare tuttavia con quello che segue:

5291. **Secondo riflesso.** Ho citato più volte l' osservazione gravissima fatta dal VERDEIL e dal RISLER (§ 5226). Impastando 20 chilogrammi di terra con acqua, in modo da farne una poltiglia, e dipoi separandone l'acqua, dopo ripetuta l'operazione due o tre volte, evaporando a bagno-maria quell'acqua ricavatane, si ottiene un estratto o residuo, il quale contiene circa 50 per 100 di sostanza organica e il resto di minerali. Riporterò lo specchio preciso de'risultati conseguiti dai medesimi chimici, analizzando le ceneri rimanenti dall' anzidetto estratto, avendone col calor rosso distrutta la parte organica (2).

Designazione di pezzi di terra	SOLFATO di calce	CARBON. di calce	FOSFATO di calce	OSSIDO di ferro	ALLUMINA	CLORUR. di sodio e di potassio	SILICE	POTASSA e SODA de' Silicati	MAGNESIA
Mail	48,92	25,60	4,27	1,55	0,62	7,63	5,49	3,17	—
Fagianeria . .	31,49	35,29	2,16	0,47	tracce	3,55	13,67	4,23	—
Gazon	48,45	6,08	2,75	1,21	—	6,19	25,71	5,06	—
Avenue de la Reine . . .	43,73	6,08	6,32	2,00	tracce	14,45	15,61	4,13	—
Orto	36,60	12,35	11,20	tracce	tracce	18,51	19,60	7,25	tracce
Satory	18,70	24,26	15,50	3,72	0,80	—	21,60	4,65	—
Argilla di *Galy*	18,75	45,61	3,83	0,95	1,55	9,14	5,00	7,60	7,60
Calcare di *Galy*	17,21	48,50	9,00	tracce	—	6,21	5,50	—	8,52
Torba	24,45	30,61	0,92	5,15	tracce	6,06	8,75	7,45	—
Sabbiaio . . .	22,31	34,59	8,10	1,02	—	4,05	15,58	6,57	—

(1) Adunanza de' GEORGOFILI del 4 Maggio 1851. V. *Loc. cit.*, pag. 118.
(2) Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences, Tom. XXXV, pag. 96.

Come spiegasi, avvertono eglino, la presenza in queste ceneri di materiali insolubili nell'acqua, quali la *silice*, il *carbonato di calce*, il *fosfato di calce* e l'*ossido di ferro?* Il lettore ricorderà gli effetti dipendenti dalla *cinerefazione* al § 2986, e quanto esposi sulla *silice* al § 2914, e sull'*ossido di ferro* al § 2951. Ma i citati chimici assicurano la preesistenza di carbonato di calce nell'estratto mentovato, prima d'incinerirlo. Onde avvisando insieme alle altre indicate sostanze insolubili, ne indussero doversi alla materia organica un'azione sulla solubilità de' principii minerali trovati nelle ceneri. La questione era gravissima: la scoperta proprietà della sostanza dovea direttamente cimentarsi, e così fecero.

3292. La **sostanza organica** adunque, ancorchè *morta*, ancorchè staccata dall'essere organato cui apparteneva, esercita un'azione chimica *sui generis*, di cui non è capace la *sostanza materiale*. *Riflesso* che mi premea di rimemorare all'agronomo affinchè comprenda che se, ad esempio, potesse somministrare al suo campo quell'azoto, quell'ossigeno ed altri elementi e sali rivelati dall'analisi nel suo letame, l'effetto riuscirebbe assai meno vantaggioso di quello ottenibile, recandovi lo stesso letame in natura. *Riflesso* poi che distrugge appieno le teoriche de' Leibighiani, per le quali riassumerebbero l'arte del concimare nel risomministrare al terreno le sostanze minerali esaurite dai ricolti.

3293. Un **terzo riflesso importantissimo**. Ti parlerò parole di Giusto Liebig, perchè tu non creda manchevole la mia profonda stima per quel celebre chimico, per ciò che non tutte le sue teoriche agricole mi vadano a pelo. « Noi possiamo, egli afferma, benissimo ridisciogliere o liquefare l'albu-« mina coagulata dal calore, ma la forza vitale ha sola il potere di restituire ai « gruppi molecolari dell'albumina la disposizione primitiva che loro è propria « nell'uovo. Nell' economia animale, l'albumina e la carne cotta, si trasformano « di bel nuovo in albumina, in carne ed in sangue » (1). Adunque ancor dopo estinta la vita, le sostanze organiche hanno facoltà di ricomporsi quali erano dianzi, benchè disgregate e disfatte quanto può risultare per la cottura, la masticazione e la digestione: ma soltanto l'opera d'altre sostanze organizzate viventi, ha potere di attuare cotale loro facoltà di ricostituirsi.

[2] Che intendi per fermentazione?

3294. Non **fermentano i corpi materiali**. Proposizione che giudicherai paradossa a prima giunta, veggendo l'acque stagnanti, coll'azione del calor del sole fermentare e putridire. Ma se l'acqua potesse divenire albergo di miriadi d'organici esseri, senza rimanere in pari tempo stanza de' loro cadaveri, spoglie e residui, comecchè stagnante, non volgerebbe a quel fermento, a quella putrefazione. Forse (oltrecchè l'acqua del mare e de' laghi non è mai ristagnante) la infinita moltitudine d'animali viventi che si pascono e quindi tolgono allo infracidamento ogni spoglia o cadavere degli esseri che vi trovano la tomba, costituisce la ragione principale della salubrità dell'acque del mare, d'altronde favorita dal

---

(1) *Lettere prime e seconde* di G. Liebig, trad. da E. Leone. Torino 1853, *Lett.* XIII, pag. 108.

cloruro di sodio tanto acconcio alla conservazione delle sostanze organiche uscite di vita. Il calore, l'elettricità, la coesione, l'affinità, ecco le forze perturbatrici delle combinazioni organiche private dalla morte dei poderosi mezzi di resistenza a quelle alterazioni, forniti all' organismo dalla forza vitale. Allo spegnersi di questa, le accennate combinazioni organiche sotto l'influenza dell'aria e dell'azione chimica, soggiacciono ad una serie di scomposizioni che da prima ci appaiono coi caratteri della fermentazione, e grado a grado con quelli della putridità, o della corruzione, sino alla risoluzione finale degli atomi organici ed allo sprigionamento delle monadi da ogni atomico o molecolare aggregato (§ 3028).

3295. La **sostanza organica non fermenta spontaneamente**: il fermentare, e il marcire di qualsiasi parte vegetale o animale vien sempre provocato e dal calore e dal contatto dell'acqua, o dal gas ossigeno. Il sugo d'uva, finchè l'esterno inviluppo dell'acino lo preserva dal contatto dell'aria, può appassire e disseccare, ma non alterarsi: una lieve scalfitura fatta da un ago sull'inviluppo, basta a promuovere l'alterazione del sugo (1). Il quale esposto all'aria, opera, col concorso di data temperatura, svolgimento di gas vivace e tumultuoso. Il latte nella mammella, l'orina entro la vescica non si alterano: al contatto dell'aria, quello rapprendesi e deposita una massa gelatinosa ch'è il cacio; l'orina era acida e diviene alcalina. Nel sugo d'uva col fermento scompare lo zucchero, si deposita un sedimento giallognolo ricco di alcool in proporzione allo zucchero perduto. Quel sedimento è un lievito che posto nell'acqua zuccherata vi desta il fermento, onde quivi pure lo zucchero in acido carbonico ed alcool tramuta. Il latte, deposto il cacio, inacidisce e perde lo zucchero che conteneva mano a mano che l'acidità progredisce. Del pari il sugo delle cipolle, delle carote, delle barbabietole è ricco di zucchero. Col fermento scompare lo zucchero, che tramuta in acido lattico ecc. Tutti fatti a conferma della proposizione ch'ho esternata al § 3154. Intanto apprenda bene l'agronomo: riparando frutti, carni, latte ecc. dall'azione degli agenti esteriori, si possono conservare indefinitamente. Il segreto adunque di tutti i mezzi di conservazione per carni ed altre sostanze adoperate nella domestica economia dipende dal raggiugnere la perfetta esclusione di quelle cause perturbatrici.

3296. Il **fermento agisce per due modi**: 1° in alcuni casi a misura che s'esaurisce, si riproduce, e se n'ha esempio nella fermentazione del mosto di birra; 2° in altri casi il fermento s'esaurisce senza riprodursi, ed avviene nella fermentazione dello zucchero d'uva (*glucosi*) per l'azione del lievito di birra. Il vaiuolo, una malattia contagiosa qualunque, invade il corpo umano, e lo converte in un semenzaio di miasmi: è il lievito nella fermentazione del mosto di birra. La febbre delle paludi invade solo quel corpo umano che colpisce, senza renderlo causa di morbo in altri: è la fermentazione della glucosi che si esaurisce senza riprodursi. Questo concetto del MALAGUTI (2) è di somma importanza. La difficoltà consiste nel conoscere quando un corpo organico soggiaccia all'una piuttosto che all'altra maniera di fermentazione.

---

(1) LIEBIG, loc. cit., Lett. XIII.
(2) MALAGUTI, *Lez. di Chim. Agr.* Trad. SELMI, loc. cit., Lez. II, pag. 19-20.

5297. La **diffusione del fermento** avviene anche cessando l'influenza degli agenti esteriori, perchè la parte che si decompone, a mano a mano serve di *lievito* a quella sana che le rimase a contatto; conciossiachè infine il *lievito* altro non rappresenti che gruppi molecolari in istato di movimento intestino col quale s'apparecchiano a disgregamenti per assumere diversa collocazione tra loro. La pelle, la mucosa del ventricolo e delle intestina, la sostanza della vescica, allo stato recente non hanno proprietà verune di lievito: le conseguono appena il contatto dell'acqua o dell'aria comincia a minare la costruttura, per così dire, dei loro gruppi molecolari. Perchè l'orzo germinato, il malto, diviene fermento del liquido preparato per farne *birra*, se non che per effetto dell'atto della germinazione che indusse un movimento intestino nelle sostanze contenute nel grano dell'orzo, in ispecie nel glutine?

5298. **Molta utilità pratica** discende dalle chimiche nozioni sui fermenti. Ma la Chimica organica non volle ancora tener conto dell'influenza dell'elemento vitale, in questa operazione apparentemente affatto chimica. Definisce e considera il lievito e i fermenti per sostanze, i cui elementi si trovano in uno stato di scomposizione. Per me invece le riguardo come quelle in cui la monade non avendo più funzioni organiche a cui soddisfare perchè cessata l'attualità della vita, tende a sprigionarsi dai gruppi molecolari, d'altronde non più atti a resistere agli agenti esteriori che ne sollecitano il disgregamento. Anche il LIEBIG afferma che i fermenti de'sughi vegetali costituiscono sostanze di composizione simile a quella del sangue e del caseo. Ma nella seguente SEZIONE verrà meglio chiarito il mio pensiero sul lievito. Ristando ai corollarii pratici di questi studi, lo stesso LIEBIG, ad esempio, ne addita la maggior attitudine a fermentare nel sugo delle viti concimate con escrementi umani, poveri di sostanze alcaline e ricchi di quelle essenziali alla produzione del sangue, a differenza dell'escremento vaccino ricco d'alcali e povero d'azoto e di fosfati. Quindi colla coltivazione si modificherebbe a nostro grado la qualità del mosto dell'uva. Però non si dimentichi d'interrogar la Natura con replicate sperienze. Se il mosto è carico di sostanze azotate, si parrebbe utile l'aggiugnere mosto ricco di zucchero; e le uve de' paesi meridionali servirebbero a rattemprare quelle de' paesi più freddi. Or bene, per quanto ho potuto rilevare in atto pratico, l'uve meridionali, e più cariche di zucchero mi paiono produrre vini più facili ad inacidire de' settentrionali: e l'alterazione loro risulta così agevole che con somma difficoltà si riescè a farli sopportare la navigazione. Fa d'uopo notare nondimeno che questa differenza dipende forse eziandio dal clima, perciocchè la fermentazione vi accada sotto l' influenza di temperatura elevata. Per impedire infatti al vino ed alla birra d'inacidire, l'esperienza dimostra necessario di lasciar fermentare questi liquidi a bassa temperatura.

5299. La **maturazione de' frutti** staccati dalla pianta, s'adempie per una specie di fermento. Pere e pomi verdi contengono fecola che tramuta in zucchero. Da questo fatto si dee argomentare non doversi sempre considerare la fermentazione per vero atto di scomposizione, giacchè in questo caso ha luogo la continuazione di una funzione decisamente organica e normale. Lo stesso vuolsi ripetere per l'atto di germinazione; altrimenti continuando incessante-

mente le combinazioni e scomposizioni ne' materiali organici finchè dura la vita, tutti i suoi atti si risolverebbero in una incessante fermentazione; e questa invece non comincia che avvenuta la morte (1).

3300. **Scema d'efficacia il fermento** a mano a mano progredisce la sua decomposizione. Alla temperatura poi dell'ebollizione, le sostanze organiche perdono le proprietà di fermentare, o marcire provocando eguali fenomeni in altre sostanze a contatto. Puol conservar latte quanto tempo t'aggrada facendolo bollire ogni 24 ore. Le sostanze esposte anche per brevissimo tempo a temperatura di 100° C., se si sottraggano al contatto dell'aria, e quindi dell'*ossigeno*, si conservano colle qualità sviluppate sotto l'influenza di quella temperatura. Se vuoi conservar legumi e carni, seguendo l'insegnamento del GAY-LUSSAC, li riponi in vasi di latta col coperchio ermeticamente chiuso, esponendoli alla temperatura dell'acqua bollente per tre o quattr'ore. Anche dopo alcuni anni aprendoli, vi si trovano e legumi e carni col loro aspetto, colore, odore e sapore perfettamente conservati.

3301. **Fermentazione alcoolica.** Si trovano nei vegetali colle sostanze amidacee contemporaneamente altre sostanze capaci di trasformarle in zucchero ove concorrano certe opportune circostanze. Nel V LIBRO si rileverà se nell'atto della germinazione de' cereali, l'*amido* venga per virtù di *diastasia* (2) trasformato in *destrina*, e di poi, se perduri l'azion sua, in zucchero. Del pari formata la materia zuccherina, manifestasi quella sostanza di cui ho fatto cenno nel § 3295, e costituisce il *lievito* onde il *fermento* che nelle date opportune circostanze scompone lo zucchero in alcool ed acido carbonico. Tra le fermentazioni più interessanti l'Agricoltura, è quella onde ricavasi il vino, ossia l'*alcoolica*. L'uva, se non contiene in sè quel fermento così specificato, contiene però i materiali atti a produrlo, e lo zucchero non fermenta nell'uva per mancanza d'ossigeno, la cui presenza occorre alla produzione del fermento o a promuoverne l'azione (§ 3205).

3302. **Il mosto dell'uva** contiene, oltre lo *zucchero d'uva* o *glucosa*, (§ 3081), la *fecola*, l'*albumina*, la *pettina*, il *glutine*, un principio estrattivo, una materia rossa in forza degli acidi che contiene, del *bi-tartrato di potassa* e minime quantità di *acidi tannico*, *malico*, *citrico*, *lattico*, e di tartrati di calce, d'allumina e di potassa: il solfato di potassa, il cloruro di potassio e di sodio, una materia grassa, e molt'acqua ove disciolti o sospesi tutti questi principii.

Dopo spremuto, non tarda il mosto a fermentare, trasformasi la *glucosia* in *alcool* ed *acido carbonico*. La temperatura affretta o ritarda questi fenomeni, secondo la di lei elevatezza: ed avvengono prima mercè la fermentazione che chiamasi *tumultuosa*, indi quella più lunga e tranquilla che dicesi *lenta*.

3303. **Quanto più abbondi la glucosa** nel mosto, tanto più il vino riuscirà *alcoolico*. Quindi in FRANCIA se l'areometro rivela scarsa densità nel mosto, vi aggiungono *zucchero d'uva*, ed hanno tavole ov'è indicato quanto

---

(1) Non intendo in questo luogo la morte ristrettivamente all'individuo, ma eziandio quella d'alcun organo o parte del medesimo, sia poi vegetale o animale.

(2) Preferisco il nome di *glucosa* a *glucosio*, perchè quest'ultimo vocabolo porge l'idea di elemento semplice o indecomposto, mentre riscaldato a 100° C. perde due atomi d'acqua ecc.

zucchero si richiede per ogni grado dell'areometro. Con tanti principii di cui componesi il mosto, riesce difficile a comprendere come debba mancare per l'appunto solo la glucosa quando il mosto si mostra men denso di quello che dee essere, mentre d'altro lato potrebbe difettare la glucosa, ed abbondando invece alcun altro materiale apparire denso il mosto a sufficienza. Il qual riflesso del Cozzi prof. Andrea (1) riferma si a capello dall'osservazione da lui fatta ne' mosti dell'uve malate dell'anno 1851, ove rinvenne difetto di glucosa ed aumento d'altre sostanze, in tutte poi dell'acido tannico.

3304. **Eccedendo la glucosa**, l'*alcool* che si genera, per la sua copia giugne a coagulare il fermento, e così la fermentazione s'arresta. Il *glutine* e l'*albumina*, materiali *proteici*, sono precipitati quanto più l'alcool è concentrato. La quale precipitazione accade anco se abbondi l'*acido tannico*.

3305. La **scarsezza di glucosa** produce vini poco alcoolici e quindi deboli: oltracciò più facilmente alterabili. Se non che s'entrerebbe nella speciale trattazione dei procedimenti enologici, cui è destinato il XXX Libro. Ora si notino due importanti riflessi.

1° Nella fermentazione del mosto non accade solo quella generazione di *alcool*. Confrontando tra loro i materiali di cui componesi il *mosto* e quelli del *vino*, scorgesi quanti mutamenti accadono mentre poi il vino medesimo subisce altre mutazioni successive, di cui nel citato Libro s'avrà ragione.

2° Le molte e varie sostanze contenute nel mosto dell'uva, non costituiscono l'ultima tra le cause per cui rendesi tanto difficile, e si pare quasi impossibile caratterizzare la natura della malattia attualmente dominante nell'uva. Non basta la mancanza di alcuna delle medesime; la sola differenza delle acconce proporzioni tra loro può indurre quello stato patologico che ne produce la compiuta alterazione.

3306. Dell'**alcool**, dell'**etere**, della **fermentazione lattica** e **butirrica** dovrei discorrere in questo luogo. Ma come resistere alle querele di coloro i quali non comprendono che la trattazione dell' Agricoltura se dee servire a formare un vero agronomo intelligente, sicuro e felice nelle sue operazioni, richiede sì vasta raccolta ed elaborata investigazione di nozioni d'ogni fatta, che non havvi scienza od arte che in cotale universalità punto l'eguagli? Ond'io son a mal grado costretto a potar corto e passar oltre.

[3] Che intendi per putrefazione?

3307. La **putrefazione è una fermentazione inoltrata** che produce impressione sgradevole sul senso dell'odorato. Dall'uve in fermento sviluppasi quell'odore che ognun conosce e non disgrada: se passano alla *putrefazione* svolgono altre sostanze onde acquistano l'odore de' corpi che marciscono. Tuttavolta, avvegnachè il Liebig dichiari non punto scientifico il distinguere

(1) Cozzi prof. Andrea. *Nuovo metodo per determinare il glucosio* ecc., Cont. degli Atti de' Georgofili, Vol. XXX, pag. 65 ecc.

fermentazione da *putrefazione* (1), generalmente mi pare sussistere questa essenziale differenza. Nel fermentare avviene quasi unicamente una dislocazione e successiva diversa combinazione degli stessi elementi. L'atomo di zucchero si scompone in 2 atomi d'acido carbonico ed 1 di alcool, de'quali si componeva. Lo zucchero di latte consta di composizione identica a quella dell'acido lattico in cui pel fermento tramuta. In parecchi casi ponno aggiugnersi gli elementi dell'acqua, o altri atomi. Ma la *putrefazione* comincia quando, anzichè mutazioni o metamorfosi, succede eliminazione di prodotti azotati o solforati, quando insomma principia il disfacimento totale del corpo putrefattevole. Ho posta questa distinzione, perciocchè mi paia di grave interesse pratico. Moltissime sostanze entrano negli usi domestici solo previa la fermentazione, come vino, birra ecc.: d'altre anche dopo il fermento si trae qualche profitto, come l'aceto dal vino inacidito ecc. Il latte stesso inacidito colla temperatura elevata offre mezzo, mediante la distillazione, di trarne un liquore spiritoso. Ma se cominci qualche indizio di putrefazione, rarissimo è il caso di valersi d'una sostanza organica in tale stato a qualche uso.

[4] Corruzione.

3308. La **corruzione** esprimerebbe quell'ultima risoluzione delle sostanze organiche negli elementi primitivi, che accade nella *putrefazione*, ma succede in altro modo. Alcuni fanno distinzione tra lo *infracidamento* e la *putrefazione*, ma senza esattezza teorica, nè utilità pratica. Ammettendo che lo *infracidamento* sia di certa guisa l'ultimo grado della *putrefazione*, non reputo esatto il darne per carattere distintivo il passaggio dei *prodotti* della *fermentazione* e della *putrefazione* allo stato gasoso. Questo passaggio comincia subito all'apparire del *fermento*, e l'ossigeno da bel principio accende, per così dire, quella *lenta combustione* che dee risolvere ne' suoi elementi primitivi l'organica sostanza fuori di vita. La quale combustione si comunica dai corpi in via di putrefazione; tutte le sostanze d'egual natura in contatto con essi la contraggono e subiscono, come s'è detto. L'importante distinzione consiste tra corruzione e putrefazione, perciocchè la prima accade quando il corpo organico riducesi per l'azione del calore senza umidità sufficiente, in minutissima polve, mediante una specie di dissoluzione secca. Ne' campi d'ordinaria coltivazione avviene questa per infinite specie d'esseri organici che vi lasciano le loro spoglie; così foglie d'alberi, stoppie ed insetti senza fine, concorrono colla loro *corruzione* ad inricchire di fertilizzanti principii la superficie del suolo coltivabile, ma senza alterazione dell'aria di cui sono a contatto. Ne' campi invece d'umida coltivazione, in luogo di cotesta secca disgregazione, cadaveri, spoglie ed avanzi così vegetali che animali, soggiaciono alla *putrefazione*. Più sotto degli effetti di queste due specie diverse di

---

(1) Nella Lettera XIII, il LIEBIG: afferma *Dans le langage vulgaire on distingue la fermentation de la putréfaction: cependant cette distinction n'est nullement scientifique puisqu'elle ne se rapporte qu'à une impression produite sur les nerfs olfactifs*. Ediz. di PARIGI 1847, pag. 132. Ma nella Lettera XXVII non solo adduce i fatti che fanno conoscere la *différence qui existe entre la fermentation et la putréfaction*, ma soggiugne *toutes les matières imputrescibles sont dites fermentescibles* ecc. PARIS 1852, pag 11.

risolvimento finale de' corpi organici. Ora noti l'agronomo eziandio che la *corruzione* presto cambierebbe in *infracidamento* o *putrefazione*, se le particelle organiche disgregate non fossero disperse, e si riducessero in ammassi, i quali per poco d'umidità e di calore, presto si riscaldano, fermentano, e quindi putridiscono.

[5] Dissoluzione.

3309. **Dopo la morte la dissoluzione.** Le sostanze organiche, e le organizzate, i *prodotti* insomma dell'economia vegetale o animale, cessata la vita, *fermentano*, si *putrefanno*, *infracidano*, e infine si *dissolvono*, cioè il loro *carbonio* si disperde in acido carbonico, il loro *idrogeno* in acqua, il loro *azoto* in ammoniaca, il loro *solfo* in acido solforico; gli elementi tolti dall'aria ritornano nell'atmosfera, quelli ricevuti dalla terra rientrano nel suolo (1) e le monadi..... anco le monadi come gli atomi materiali *reprennent la forme primitive sous laquelle il peuvent servir d'aliments à une nouvelle génération.* Non toccherò altro di questo argomento già discorso a bastante pe' § 2037 ecc. e § 2538, 2541, 3009 ecc. e farò passo alle conseguenze di generale interesse derivanti dalla dissoluzione degli esseri organici.

[6] Perniciosi effetti della disorganizzazione.

3310. **Miasma, contagi, malaria** ecc. per l'ordinario divengono tanto più subbietto di controversia nel conghietturarne la natura e l'origine, quanto più ribelli e saldi nell'avversare e sopravincere i mezzi onde l'uomo tenta infrenarne, o spegnerne la perniciosa influenza.

3311. Un **fomite di putrefazione** può esistere in qualche luogo senza che vi si sviluppino malattie *miasmatiche*: esempio MONTFAUCON presso PARIGI. Ma le materie in putrefazione, s'obbietta, non essere ivi che di sostanze animali: lo che non sussiste, conciossiachè ne' cadaveri, ad esempio, degli *erbivori*, *granivori* ed *onnivori*, si rinvengono sempre sostanze vegetali in via di digestione più o meno avanzata.

3312. **I dissodamenti cagionano mal'aria?** Questo afferma un celebre chimico; a di lui stima, dissodando un terreno vergine si presenta all'azione dell'atmosfera una quantità di corpi organici conservati da secoli al coperto del contatto dell'aria: cotesti corpi entrano allora in decomposizione, e generano esalazioni deleterie (2). Converrebbe supporre, per dar fede a cotale ipotesi, che lo strato smosso dal dissodamento fosse dianzi impermeabile all'aria: ma nel seguente LIBRO, specialmente dedicato allo studio dell'aria, seguirà quello della mal'aria eziandio più particolarmente.

---

(1) LIEBIG. Nouv. Lett., ediz. cit., XXVII LETTRE
(2) MALAGUTI, loc. cit., Lez. II, pag. 24.

PRODOTTI CHIMICI della scomposizione spontanea de' vegetali.

3313. **L'humus, umo, o terriccio**, forma generalmente il residuo in cui i vegetali estinti, risolvonsi per ispontanea decomposizione promossa dall'acqua, dal calore e dall'ossigeno dell'aria. Cos'è quest'*umo*, o *terriccio?* Risponderò con originali parole d'illustre chimico: *une matière brune dont on ne connaît encore que très-imparfaitement la nature* (1). È dunque una materia bruna di cui quasi non si conosce la natura. Per grande ventura degli uomini, dovendo la superficie terrestre, per necessità delle sue condizioni geologiche più che per fatto degli uomini, a mano a mano ognor più svestirsi della chioma legnosa de' suoi monti, e quindi scemare indeclinabilmente la materia combustibile, la Natura coll'arrestare la finale dissoluzione di antiche, innumerevoli, ed immense foreste seppellendole nei geologici scoscendimenti, preparava agli odierni, de' tesori inesauribili di *torba*, *di ligniti*, *antraciti*, *litantraci* ecc., cioè di combustibili fossili i quali ne forniscono l'esempio del più ricco prodotto della scomposizione spontanea de' vegetali. Intorno ai quali starò contento alle succinte indicazioni sposte ai § 2887 ecc.

3314. De' **bitumi**, altri si pretendono *prodotti* di distillazione de' più antichi combustibili; altri di spontanea alterazione di materie animali. Quella prima opinione o ipotesi del TURNER e REICHENBACK, dichiarata evidente dal REGNAULT e altri chimici, oppugnasi dal VIRLET, il quale con molti altri dotti attribuisce tutt'altra origine ai *bitumi* riguardandoli quali *prodotti* vulcanici indiretti, formati in circostanze particolari. È quistione da riassumere in altro luogo.

3315. Il **tramutamento del legno in carbon fossile** non rappresenta uno stato permanente della sostanza vegetale. Il LOVVE dimostrò che anzi nella combustione lenta che prosegue nel carbon fossile, sviluppasi un vapore intensamente acido, e si formano cristallizzazioni. Pezzi di legno estratti dalla foresta sommersa a WAWNE nel distretto di HOLDERNESS nella GRAN BRETAGNA, conservati nell'Istituto filosofico di HULL, subiscono continui mutamenti osservati dal PEARSALL, tra quali lo sviluppo di gas estremamente piccante, le formazioni di cristalli ecc. (2). Questo fatto è argomento validissimo della continua azione che la natura organica, manifesta incessante anche nei corpi organici affatto privi di vita. Se ne' corpi minerali l'azione degli agenti esteriori produce sempre alterazioni, molto più sollecite e profonde avvengono negli organici, perchè, cessata la vita, le monadi tendono a sciogliersi dagli atomi materiali, ed ogni minimo *disequilibrio* della sostanza eterea interposta determina il disfacimento delle molecole organiche.

PRODOTTI ARTIFICIALI d'origine organica.

3316. La **Tecnologia rurale** entra nel quadro delle presenti ISTITU-

(1) REGNAULT. *Cours* ecc., loc. cit., vol. II, § 1313.
(2) Giornale l'INSTITUT 1854 (25 Gennaio 1854), N° 1047, pag. 34.

SIENT, il cui ultimo LIBRO dee rinsegnare perciò le pratiche delle *agricole manifatture*, le quali hanno base razionale nelle relative nozioni di CHIMICA AGRARIA da compendiare ora colla maggiore strignitura, affinchè in ciascun argomento alle norme d' esecuzione precedano i teorici additamenti. S' avverta perciò di non ricercare nella presente descrizione alcun dato tecnico o meccanico, versando unicamente su chimici principii generali.

[1] Pane.

3317. Colla **farina**, gli è pur notissimo, si fabbrica il pane: dessa ne rappresenta grani cereali macinati la cui corteccia viene eliminata collo stacciamento il quale separa la *semola* o crusca: questa componesi della materia legnosa non disaccompagnata da *amido* (§ 3079) e da sostanza nutritiva. La parte legnosa, indigestibile ascende forse all'8 per 100 del peso del grano. Dopo il cenno dato sull'*amido*, e sul *glutine* (§ 3157) aggiugnerò un Prospetto di composizione media d'alcune qualità di farina.

	Farina greggia di		
	Frumento comune	Frumento d'Odessa	
		Duro	Tenero
Acqua	10,0	12,0	10,0
Glutine secco	11,0	14,6	12,0
Amido	71,0	57,6	63,3
Glucosa	4,7	8,5	7,4
Destrina	3,3	5,0	5,8
Semola rimasta sullo staccio. .	—	2,3	1,5
	100,0	100,0	100,0

La farina per divenir pane subisce 5 operazioni;

1° *Idratazione:* cioè penetrarne coll'acqua l'amido e il glutine, disciogliere le sostanze solubili, ossia le albuminoidi, la destrina, la glucosa.

2° *Impastamento:* cioè lo intridere, e manipolare la pasta coll'acqua.

3° *Fermentazione*, senza la quale il pane riuscirebbe compatto e di difficile digestione: il fermento agisce sulla destrina e la glucosa, svolgendo gas i quali fanno gonfiare la pasta e restano imprigionati nel pane.

4° *Preparazione*, ossia formazione dei pani, da eseguire abbastanza prontamente perchè la fermentazione protratta di troppo non divenga (anzichè alcoolica) acetica, liquefacendo parte del *glutine*, onde la pasta rimarrebbe inconsistente.

5° *Cottura*, la quale si calcola a 300° C. di temperatura: cessa la fermentazione, vaporizza porzione dell'acqua, e porge al glutine ed alle materie amidacee la necessaria consistenza.

3318. La **panificazione**, arte antica nel mondo quanto i suoi primi abi-

tatori, si volle tentare con legumi, castagne, pomi di terra. Privilegio quasi esclusivo del frumento, si raggiugne pur con altri cereali tanto meno compiutamente quanto più abbondano di sostanze estranee al frumento. La panificazione ha per oggetto principale di determinare la rottura dei granuli d'amido, sostanza che di questo modo rendesi assimilabile ai nostri organi, ma divien nutritiva soltanto mercè bollizione o cottura. Tuttavolta la fermentazione distrugge alcun poco di sostanza nutrizia, onde gl'INGLESI si determinarono di sostituire al *lievito* tale quantità di *bicarbonato di soda*, ed *acido idroclorico* da corrispondere al *cloruro di sodio* o sal marino. Questa modificazione sarebbe giustificata se vera fosse l'affermazione del THOMPSON, che l'accennata perdita prodotta dalla fermentazione, al 6 per 100 pervenga. Ma in generale la sostituzione del lievito con sostanze minerali, come *solfato di rame*, *allume*, *solfato di zinco* ecc. sono deplorevoli reati, perciocchè, comunque innocui in apparenza, perchè minima la dose impiegata, tuttavolta l'uso quotidiano rende troppo veridico il *multa pauca faciunt unum satis*, e le popolazioni, senza che se n'addieno, lento lento son tratte a restar velenate.

5319. Nell'**anno di penuria** gli uomini assottigliano l'ingegno, e ghiribizzano aguzzando i proprii ferruzzi per far pane di barbabietole, di topinambour, di crusca, e fino di torsi di grano turco. Il CHEVALIER DE LA TEILLAS (1) pretendendo che le classi laboriose troppo esclusivamente si nutrano di frumento, vorrebbe introdotto l'uso del pane fabbricato a RENNES con

Farina di *frumento* . . .	80
» di *orzo*	20
Barbabietola cotta	40

il quale costerebbe d'altronde 10 centesimi di meno del pane comune. Il BARRAL preferirebbe alla barbabietola il *topinambour*, in forza degli elogi fatti dal BOUSSINGAULT nella sua troppo limitata coltivazione; nel qual caso si otterrebbe di questo modo per saggio fattone dal COUHÉ;

Polpa di *topinambour*	Chil.	1,375
Lievito	»	0,875
Farina di frumento	»	0,625
	Chil.	2,875
Calo nella cottura	»	0,375
Peso del pane .	»	2,500

5320. **Confrontando la barbabietola col topinambour** nella loro chimica composizione, si trova

	TOPINAMBOUR	BARBABIETOLA
Zucchero	14,7	8,0
Materiali azotati	3,0	1,5

(1) *Annales de l'Agric. Française*, 1854.

Riporto . . .	17,7	9,5
Inulina	2,0	0,8
Altre sostanze organiche .	2,0	—
Materie minerali . . .	1,3	2,7
Acqua	77,0	87,0
	100,0	100,0

Lo zucchero del topinambour finora dai chimici non s'è ottenuto cristallizzabile, ma sarebbe attissimo per l'uno de' due fini principali dell'alimentazione, cioè di fornire il materiale per la respirazione. Pur di queste miscele più o meno ingegnose ed in pari tempo più o meno pericolose per l'agevolezza alle frodi de' panattieri, soltanto provando e riprovando con esatte ed imparziali sperienze, s'avrebbe a farne giudicamento. Se non che passa l'anno di penuria, e tutti gl'ingredienti più o meno celebrati ritornano umilmente alla loro condizione di pietanza da bestie, aspettando che nuovi disagii d'altro anno carestoso li richiamino a scientifiche discussioni, a nutrimento di accademiche oziosità (1).

[2] Bevande fermentate.

3321. Della **birra**, del **sidro** e del **vino** specialmente, s'avrebbe in questo luogo da esporre almeno i principali fenomeni chimici che l'arte per l'ordinario promuove senza saperli, intantochè saputi renderebbon l'arte stessa tanto più franca, e spedita ne' suoi procedimenti, più economica e perfetta nei suoi risultati. Ma ho io d'uopo ripetere il riflesso esternato al § 3061? D'altronde nel XXX LIBRO m'ingegnerò di rannodare le più essenziali nozioni teoriche alle tecniche più specialmente subbietto del LIBRO medesimo.

[3] Fabbricazione de' letami.

3322. I **concimi**, gl'**ingrassi**, i **letami**, checchè strano ti paia di porli a seguito della fabbricazione del *pane* e del *vino*, non sono eglino veri *prodotti artificiali d'origine organica*? E vaglia il vero, finchè si comporranno alla ventura senza principii scientifici e norme razionali, il *pane* stesso e gli altri *prodotti* mal risponderanno in copia e qualità alle speranze dell'agricoltore. Con quale coraggio affermare tanta supposta perfezione dell'odierna agricoltura quando ogni cinque o sei anni il lavoratore manca del tozzo di pane essenziale a sostenergli una miserabile e travagliosa esistenza? Ora quando l'arte di fertilizzare i campi, o più precisamente la fabbricazione delle materie da ciò, venga diretta dai fondamentali principii della COPROLOGIA, non havvi alcun dubbio sulla possibilità di sciogliere il problema inverso di quello del MALTHUS, cioè far procedere la *produzione* al pari della *popolazione*.

(1) Val meglio occuparsi dell'economia della fabbricazione tanto meritevole di perfezionamento, come n'ho dato un tocco anche nel § 2474.

3323. Gli **avvenimenti sinistri**, certe *condizioni cosmo-telluriche*, gl'*insetti*, le *piante parassite* e tante circostanze avversanti le cure del coltivatore, dai più si vogliono giudicare cause dirette della scarsezza o fallanza di dati raccolti. Verissimo per alcuni di essi: ma gli è pur vero altrettanto che la buona coltivazione giugne a minorarne i danni assaissimo; ed in ispecie campi *concimati*, *ingrassati*, o *letaminati* a dovere, poco temono delle intemperanze meteoriche e sin della ruggine, e degl'insetti medesimi. La CHIMICA AGRARIA nella preparazione, conservazione ed economia de' letami, può rendere servigi incalcolabili. Ma perciocchè l'intelligenza, o vuoi la soluzione di questo problema, nella estensione in cui lo ravviso e l'ho enunciato, richiede la previa nozione della BOTANICA AGRARIA, non che d'alcune pratiche norme pertinenti alla parte tecnica di queste ISTITUZIONI, quindi quanto si riferisce alle investigazioni scientifiche della *coprologia*, o fabbricazione de' letami ecc., verrà opportuno nel VII° LIBRO, mentre nel XIV° faran seguito le norme pratiche.

3324. Una **teoria de' letami** d'altronde mal si regge in modo generico ed universale. Senza la cognizione del terreno, e delle condizioni del clima (LIBRO IV e II) non si può risolutamente assegnare la qualità di letame o altro concio da preferire per un dato podere: quindi non si rende agevole stabilire una formola generale per fabbricarlo, che sia sempre ed ovunque la migliore di tutte. Tra le stesse paglie, tra le medesime piante da strame, esistono differenze rimarchevoli; oltracciò le peculiari circostanze de' luoghi, dell'epoche e delle coltivazioni, richieggono tutto il savio pratico discernimento per applicare con successo e con economia i dettami della scienza. Soggiugnerò in prova due parole sulla questione seguente, la quale può sin d'ora formare subbietto di studio perchè dalla CHIMICA AGRARIA ripete una soluzione applichevole a qualsisia specie di letame.

3325. Val meglio adoperare il letame vecchio o fermentato?

Questa ricerca equivale a richiedere se debba preferirsi il letame appena uscito di stalla, a quello rimasto più o men lungo tempo nel letamaio.

In 1° *luogo* si affaccia di subito la condizione preallegata delle circostanze speciali della coltivazione. Coltivando un predio a dovere, per 4 a 6 mesi si presenta *investito*, cioè non disponibile per ricevere alcun letame. Quanto adunque se ne faccia in que' mesi, per necessità non può sotterrarsi appena tolto di stalla.

In 2° *luogo* il letame che si fa nei mesi di febbraio e di marzo se non si impiegasse fresco o poco stante, dovrebbe conservarsi in massa troppo lungo tempo e servire unicamente per la rendita dell'anno successivo con ritardo dannoso alle condizioni del letame, ed all'economia del coltivatore.

Adunque la proposta quistione tanto controversa e disputata da valenti chimici ed agronomi, diviene in pratica una questione oziosa e val meglio tramutarla nella seguente.

3326. Quali le migliori condizioni del letame fresco e del fermentato o smaltito? (1)

---

(1) Dico *fermentato*, ma il suo vero termine sarebbe *patito* se non facesse equivoco col significato di *soffrire* ecc. D'altronde ancorchè s'ammucchi per tempo brevissimo, non si sottrae dal fermentare. *Smaltito* si preferisce anco in molti dialetti, benchè valga *digerito*.

Gli scienziati nella controversa quistione dell'impiego del letame, non hanno mai indagate le condizioni che dee avere per adoperarlo fresco. Altri il vogliono sotterrato appena uscito di stalla, altri lo rifiutano preferendogli il letame smaltito. Ma la condizione principale sta nella sua preparazione. Recate nel campo letame fatto in 24 ore con molto strame, e peggio se con molta paglia (la quale non imbevuta di orine, perchè sieno cadute nella corsia come accade se gli animali erano femmine, o non siasi convenientemente mischiata la paglia umida coll'asciutta), e darete al campo una pessima letaminatura. Se invece la stalla sia ben costrutta e proporzionato lo sterno alle egestioni, come dirò nel XIV° LIBRO, insieme alle altre pratiche norme da non trascurare, il letame sortendo dalla stalla acconciamente preparato, passerà nel campo con tutti i suoi elementi di fertilezza e gioverà più che *quella stessa quantità* recatovi smaltito sovra eguale estensione. Dove importa bene chiarirsi su *quella stessa quantità*: intendo cioè quella a cui s'è ridotto il dato volume di letame fresco in letame smaltito. Il contadino affermerà valere più una carrata di quest'ultimo che due del fresco: ma perchè il confronto sia giusto, è prima d'uopo dimostrare se per fare dieci miriagramma, ad esempio, o dieci metri cubici di letame smaltito, ne occorrono 20, ovvero più, di fresco.

5527. **L'avvenire dell' agricoltura** si cela forse, in notevol parte, nell'applicazione sino al presente disveduta della celebre sperienza del DAVY: applicazione intentata per difficoltà di pratica esecuzione, che probabilmente il progresso incessante delle scienze FISICA e CHIMICA insegnerà come superare. Dal KENNEDY, dal MECHI ecc., lo si vedrà nel XIV LIBRO, s'è fatto il gran passo, di far piovere di certa guisa a suo grado nel campo, e piovere acqua sommamente fecondatrice. Altri coraggiosi ed intelligenti coltivatori non mancheranno un qualche giorno di cimentare la diretta somministrazione al terreno o alle piante di sostanze imponderabili, e d'aeriformi (1); nè mancherò nel citato LIBRO (2) d'additare l'applicazione di gas per ingrassi sperimentata per ora sulle piante coltivate entro stufe o aranciere. Intanto, come ho detto, il germe di cotesto non impossibile procedimento, tuttora si cela nell'enunciata sperienza del DAVY.

5528. **Sperienza del DAVY.** Nell'ottobre del 1808 riempì egli una grande storta con letame fresco, adattandole un piccolo recipiente: unì il tutto all'apparato pneumatico a mercurio (§ 2728) in modo da raccogliere i fluidi condensabili ed elastici che potessero venire dal concio. Subito il recipiente venne striato di vapore e le gocce cominciarono a scorrere lungo le di lui pareti. Si generò similmente del fluido elastico: in 3 giorni se ne formarono 35 pollici cubici consistenti quanto a 21 pollici in *acido carbonico*, il resto era *idrocarbonato* con un poco di *azoto*, probabilmente quello ch'esisteva nell'aria del recipiente. La sostanza fluida montò circa a mezz'oncia e conteneva un poco di *acetato* e di *carbonato d'ammoniaca*. Trovati tali *prodotti*, introdusse nel terreno tra le radici di alcune erbe il becco d'altra storta ripiena di simile letame allora molto caldo: in meno d'una settimana si produsse sull'erbe un effetto assai manifesto:

(1) Si rammenti il § 2227 e seg., edit 2869.
(2) Vedi dal § 295 al § 301 del detto LIBRO XIV.

esse crebbero con molto più vigore dell'altr'erbe vicine non esposte all'influenza delle sostanze sviluppate dalla fermentazione (1).

3329. La **perdita di utili principii** così dimostrata (non che pel § 2875 ecc.) non è la sola causa di preferenza pel letame fresco. Havvi eziandio quella del *calore*, il quale se si suscita nel terreno allorchè la fermentazione succede entro il medesimo, conserva una moderata temperatura sotto la superficie, assai opportuna nella fine d'autunno e nell'inverno alla vegetazione del frumento. Riflesso poco avvertito, ma da tenere in conto nella pratica come sarà chiarito a suo luogo. Oltracciò nella fermentazione entro il suolo, le sostanze che se ne svolgono si applicano istantaneamente agli organi della piantà. Tuttociò suppone 1° una letaminatura abbondante; 2° lo sterno sia ben commisto alle egestioni; 3° il letame in istato di lenta fermentazione incipiente, la quale dallo stesso DAVY dichiarasi utile fuor d'ogni dubbio.

3330. Altra **condizione del letame fresco** consiste nell'escludere dallo sterno la presenza di semi d'erbe inutili: senza di che gli si apporrà di produrle, a differenza dello smaltito che colla violenta fermentazione spegne nella maggior parte di cotali semi la facoltà di germogliare.

3331. Il **letame smaltito**, certamente non può aver conservati tutti i suoi utili principii. Ma l'esperienza del DAVY si riferisce a letame *molto caldo*, e tutte le ragionevoli di lui obbiezioni suppongono il caso della *fermentazione violenta* che lo riduce allo stato di letame o concio *ricotto* (*Short murt*) e noi diremmo *abbrustiato* (LIB. XIV). Dove noterò non parermi da seguire l'opinione del DAVY medesimo, il quale condanna lo inaffiare il letamaio, perchè l'umido è il principale agente dei processi di decomposizione. Ma nella pratica il letame vedesi *abbrustiare* appunto quando asciutto soverchiamente. Quindi trovo assai più lodevole il consiglio del MALAGUTI.

3332. Per **conservare il letame** senza grave perdita di principii, ecco di qual guisa ei ragiona (2).

Una materia organizzata, priva di vita, si conserva quando in una di queste condizioni,

1° tolta dal contatto dell'aria;

2° secca e guarentita dall'umido;

3° esposta a temperatura inferiore allo zero.

Le materie alimentari chiuse ermeticamente in una scattola metallica, esposta alcun tempo alla temperatura dell'acqua bollente, si conservano per anni ed anni (3) (§ 3300).

Fumicando le carni per renderle incorruttibili, si diseccano, e certi principii del fumo combinandosi con certi principii della carne, le costituiscono una specie di crosta o vernice impermeabile all'umidità.

---

(1) H. DAVY, *Elem. di Chimica Agraria*. Lez. VI, Trad. del TARGIONI. FIRENZE 1815, Vol. II, pag. 124-125.

(2) MALAGUTI. *Lez. di Chim. Agr.*, Ediz. cit., Lezione XIV.

(3) Per questo metodo detto anche dell'APPERT, a quella temperatura le materie assorbono l'ossigeno dell'aria del recipiente, e l'aria sprovvista di questo principio non solo perde ogni azione, ma diviene un mezzo conservatore.

In SIBERIA si rinvennero in perfetto stato di conservazione elefanti morti da forse 4000 anni, ma rimasti continuamente tra i ghiacci.

Ora, il *letame* si trova sotto la triplice influenza dell'ossigeno, dell'umidità e del calore. Perciò adempiendo almeno a due delle dette condizioni, impediremo ogni violenta fermentazione.

3333. Le **pratiche convenevoli**, perciocchè sarebbe dannosa la privazione dell'umidità, risulteranno adunque:

1° pigiare il letame nel riporlo in massa per lasciare all'aria il minimo accesso possibile.

2° evitare che il Sole la colpisca direttamente sia per l'eccesso del calore, sia per conservare la materia liquida, le orine, che formano la miglior parte del letame (1).

3° inaffiare la massa per raffreddarla, e temperare la fermentazione a modo che non possa cagionare la dispersione delle parti più energiche (§ 2875).

Di questo modo, senza togliere alla massa del letame la conveniente umidità, si provvede nondimeno all'altre due condizioni, ed a maggiore cautela gioverà, dove abbondi la paglia, coprirne la massa con uno strato fitto di alquanti centimetri, agendo essa come corpo poroso, ovvero seguire il consiglio del DAVY, cioè l'antica pratica de' buoni coltivatori italiani di coprire la massa con un suolo di terra, pratica che infine anco il PAYEN confessa la migliore di tutte.

3334. Un **miglioramento essenziale** consiste nell'eseguire il proposto inaffiamento coll'orine, ed acque del letamaio, costrutto (come il RE inculcava) in modo che colino entro adatto serbatoio annesso al medesimo (2). Ma coteste orine lasciate a se stesse si alterano: il loro muco si modifica, l'*urea* in fuggevole *carbonato d'ammoniaca* tramuta. Quindi chi non vuole il dispendio, ed il disagio di aggiugnere, imitando lo SCHATTENMANN, certa quantità di *solfato di ferro*, oppure di *acido solforico* all'intera massa del concime, limiti quest'addizione al proposto pozzetto o serbatoio dell'orina. Notisi errare coloro i quali credono volatilizzare il *carbonato d'ammoniaca* solo a temperatura elevata: ciò accade invece anche a temperatura ordinaria: quindi o col solfato di ferro, o coll'acido solforico, decomponendosi e tramutando in *solfato d'ammoniaca* che può rimanere esposto all'aria senza volatilizzare, si evita la dispersione del principio più attivo e più utile. Ma l'*acido solforico* richiede molte precauzioni nell'adoperarlo: quindi benchè meno economico (3) s'impieghi il *solfato di ferro*. La proporzione se mal non m'appongo, sugli esperimenti del PAYEN (4) dovrebbe ascendere a

---

(1) Dalle sperienze del PAYEN (*Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*, Tom. XXXVII, pag. 475) rilevasi che l'orina immediatamente evaporata a secco perde l'8,4 per 100 d'*azoto*.

(2) Il BRAME (*Sur les litières marneuses*) proscrive l'inaffiare il letame con acqua o con orine, ma fatto nel descritto modo, non solo conserva, ma confeziona il vero e buon letame.

(3) L'adoperare l'*acido solforico* torna meglio che il *solfato di ferro*: due libbre di quello hanno l'efficacia di 5 di questo. Per non eccedere nell'adoperarlo, se ne versa quanto basta perchè il liquido del pozzetto arrossi la carta azzurra di tornasole ma non faccia effervescenza a contatto della cenere.

(4) PAYEN. IV *Note sur divers agents de conservation des urines* ecc. *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*, loco cit.

5 grammi di *solfato* per ogni 100 centimetri cubici d'orina, ossia in peso 6 a 7 chilogr. per 100. Infine la stessa quantità di *solfato di calce* adempie del pari all'intento.

3335. In **conchiusione** ripeterò quanto si esternava nella CONFERENZA AGRARIA. Avendo io proposta la questione preliminare di richiedere l'opinione della Conferenza sul concetto del Prof. GAZZERI circa la fermentazione de' letami onde richiamare l'attenzione de' coltivatori sulla grave perdita di sostanze fertilizzanti che s'incontra sia col rimuoverne le masse come usano improvvidamente i contadini, sia coll'adoprarle dopo tempo assai lungo, si ammise che quante sostanze volatili svolgonsi per l'atto della fermentazione, tante costituiscono una vera perdita nella qualità fertilizzante dei letami. Il Dottor SANTAGATA fece però riflettere che per ottenere un effetto più pronto fosse talora utile il concime come dicono *patito* (smaltito) essendo in uno stato più adatto alla nutrizione di vegetabili. Nella pratica poi, rilevava il *Prof.* CONTRI, sarebbe assai malagevole conciliare la lavorazione delle terre e le diverse colture coll'immediato sotterramento de' letami appena formati, ed il metodo del GAZZERI di diseccare le sostanze fecciali, oltre il riflesso della perdita incontrata colla diseccazione per la evaporazione della parte liquida delle medesime, offeriva in pratica molti inconvenienti. Io esternai in proposito che il metodo di stratificare gli ammassi del letame colla terra, avrebbe impedita la fermentazione eccessiva, ed in alcuni casi quella specie di combustione o abbrustiamento così detto de' letami: che gli strati di terra servirebbero di recipiente a tutte le sostanze che dal letame potessero svolgersi, diverrebbero essi pure ottimi per concimare: per tal modo ovviarsi alla dispersione così saggiamente additata agli agricoltori dal Prof. GAZZERI, aumentarsi la massa de' letami, e conservarsi opportunamente per adoperarli a mano a mano che l'uopo della coltivazione il richiedesse (1).

SEZIONE V.

Il mio concetto.

3336. La **Chimica Agraria** in mezzo secolo nacque, può dirsi, e si fè gigante: ma fin ora, come fu scritta dai Chimici, riuscì buona quasi unicamente per altri Chimici. Volendo da sola render ragione de' misteriosi fenomeni di FISIOLOGIA vegetale ed animale, non che delle alterazioni organiche pertinenti al dominio della NOSOLOGIA, e della PATOLOGIA, presuppone inoltre le nozioni di tutte l'altre scienze affini dell'Agricoltura, siccome Botanica, Zoologia ecc. Perciò non potrei ora esplicare il mio concetto, quale il comprendo, senza incogliere nello stesso inconveniente, e quindi lo limito per ora alla somma delle teoriche investigazioni sin qui esternate.

3337. Che **intendo** adunque **per mio concetto**? La *veduta chimica* degli odierni sapienti, è mestieri ch'io 'l ripeta, punto non mi convince. Ma se

(1) CONFERENZA AGRARIA DI BOLOGNA. Sessione del 20 Genn. 1843. Vedi FELSINEO, Anno III, pag. 274-275.

la propria opinione non richiede argomenti per dimostrare che sia tale, esige nondimeno di non mostrarsi infondata, o irragionevole: e prima prova sarebbe quella di accennar buone ragioni per non accettare l'opinione degli altri. Dopo le dubitazioni premesse dal § 3003 al 3022 ed altri rilievi avvertiti in più luoghi, non mi farò altro carico d'ulteriori disputazioni; e stretto da imperiosa necessità di breviare, svolgerò il mio concetto in alquanti aforismi essenzialmente agrologici, riserbandomi ad esporre nel VII Libro il più compiuto sviluppo, della parte in ispecie del concetto medesimo, più relativa al comprendimento dei fenomeni organici.

3338. I° Aforismo. **Non può la sola Chimica determinare la composizione d'un essere qualsisia, in ispecie se organico.**

L'agricoltore ricorre alla Chimica Agraria per investigare la composizione di corpi non appieno inorganici.

L'*analisi del terreno* gli dee svelare tanto i principii immediati, *silice*, *argilla*, *calce* ecc. quanto i residui organici, *terriccio* ecc.

L'*analisi delle piante* non gli dee svelare i soli principii minerali, ma gli organici eziandio.

L'*analisi delle materie da ingrasso* dee raggiugnere lo stesso fine. Occorrerà qualche volta l'analisi dell'aria, della pioggia, dell'acque d'irrigazione, di quelle di colmata, non che delle marne e d'altre terre d'acconciamento. Allora sarà forse insufficiente la Chimica?

3339. La inesattezza delle analisi chimiche anche per le sostanze materiali pur dimostrasi con argomenti forniti dagli stessi Chimici. Analizzate l'acqua di pioggia: non è forse lo stesso Barral che afferma potersi credere contenuti nella medesima, e calce, e silice, e soda, e potassa, da lei rubate alla storta in cui venga stillata? (1) Sarà egli esatto, prosegue, l'aver separato come ha fatto, l'*azoto* totale in azoto allo stato d'*ammoniaca*, ed in *azoto* allo stato d'*acido azotico*? (§ 2858) non potrebbe l'*azoto* dell'*acido azotico* trasformarsi entro l'udometro in azoto allo stato d'*ammoniaca* o viceversa, al contatto del ferro, del rame, dello zinco? D'altronde quest'ammoniaca, ad esempio, si troverebbe nell'aria nelle seguenti proporzioni (2).

Ammoniaca contenuta in 1 milione di chilogr. d'aria.

			Chilogrammi		Grammi
Secondo il Gröger			0,	—	333
»	Kemp		3,	—	880
»	Fresenius	di giorno	0,	—	098
		di notte	0,	—	169
»	Wille	massimo	0,	—	021
		minimo	0,	—	017

(1) *Nous avons constaté que la distillation de 4 litres d'eau de pluie repassant dans la même cornue de manière à être évaporés et condensés sept fois de suite, sans que dans la cornue on laisse jamais moins qu'un demi-litre, finit par enlever au verre plus de 2 grammes de* chaux, 1 *gramme de* silice, gramme 0,5 *de* potasse *et de* soude. Barral, Deuxième Mem. sur les eaux de pluie recueillis à l'Observ. de Paris, 2 Sem. 1852, pag. 428.

(2) Ville. *Rech. expérim. sur la végétation.*

La insufficienza poi, rispetto alle analisi di sostanze organiche, mi pare da quanto ho detto nel presente Capitolo a sazietà manifesta.

3340. Prima proposizione del mio concetto sarebbe quindi;

L'analisi chimica delle sostanze materiali non solo dee riformarsi e con uniformità di metodo concordemente adottato dai Chimici, rendersi fonte di risultati non mai disparati o contraddittorii; ma dee estendersi (come il potrà la Scienza nel suo incessante progresso) alla investigazione della *sostanza etérea* latente e costituente essa pure de' corpi materiali.

L'analisi chimica delle sostanze organiche, oltre la investigazione degli elementi materiali e degli eterei di cui s'informa un corpo organizzato, o d'origine organica, dee tenere a calcolo la presenza, influenza, e proprietà della *monade* ossia elemento della sostanza organica.

3341. **L'esistenza della sostanza eterea** latente ne' corpi, siccome elemento costitutivo de' medesimi si prova con fatti semplicissimi. Un pezzo d'acciaio incandescente, tuffato nell'acqua fredda, acquista la polarità magnetica, e si tempera. Di nuovo arrossato, purchè lentamente raffreddi, perde amendue le proprietà. Ma n'ho già detto a sufficienza.

3342. **La esistenza delle monadi** non si comprova soltanto dalla evidente differenza tra l'essere vivo, e l'inorganico o materiale. Essa può trovarsi permanente in istato latente, senza esercitare le funzioni onde le manifestazioni della vita, e ciò come in altro luogo verrà ulteriormente argomentato.

3343. II. Aforismo. **Non può la Chimica comporre alcuna sostanza organica.** Per verità (1), io non ho dubbio alcuno che si possa pervenire a tramutare un pezzo di carbone vegetale in un diamante: o col catrame del carbon fossile giugnere a formare la sostanza colorante della *robbia* o il *chinino* fors'anche, o la *morfina*. Come prima dello Stahl ignoravasi che il *ferro* è ancora contenuto nella *ruggine*, e lo *solfo* nell'*acido solforico*, nella stessa guisa esistono nella sostanza materiale ed organica gli elementi degli acidi e degli alcali che il chimico crede prodotti dai suoi reagenti, ovvero ritiene nati dal vario accozzamento di quattro soli corpi, *ossigeno*, *idrogeno*, *carbonio* ed *azoto*. Se io pretendessi che una casa incendiata non era composta che dei ruderi, e avanzi sfuggiti al divoramento del fuoco, e con essi millantassi di ricostruirla, chi non mi terrebbe uscito di senno? Quindi la seguente

3344. Seconda proposizione. *L'essere organico trae l'origine da una sostanza che sfugge alle investigazioni della* Chimica. Quando si pretende di spiegare l'intima composizione e natura della pianta, dell'animale, dell'uomo, come se si trattasse d'una statua di bronzo o d'argilla, anzichè far procedere la scienza ed elevare l'intelligenza, quella si arresta o indietreggia, e questa viene sospinta a bruteggiare. L'agronomo che pretendesse rinvenire la spiegazione di tutti i fenomeni ch'esso coll'opera sua richiede alla Natura, come tanti risultati di chimiche combinazioni e scomposizioni, cadrebbe ne' grossi errori de' rustici più rozzi, e tornerebbe alle credenze antiche delle api generate dalla carne di vitello, del frumento tramutato in zizzania, e via dicendo.

---

(1) Il tutto a conferma di quanto ho premesso in ispecie al § 2722, 3029 ecc.

3345. III. Aforismo. **Nella composizione dei corpi, tutti i suoi elementi sono del pari importanti.** L'agricoltore che seguendo l'odierna scuola chimica ponga fede soltanto nell'*azoto*, commetterà gravissimi errori: 1° perchè non dipende solo da questo principio lo sviluppo dei vegetabili o degli animali; 2° perchè l'*azoto* non si trova sempre nello stato proficuo ai medesimi. Ad esempio, calcolando il valor nutritivo di sostanze vegetali dall'azoto contenuto, troverai esistere nella semola in materie azotate il 13,403 per 100, la paglia di cereali sino il 17 d'azoto per 100; ma quella semola ne contiene il 3,516 non assimilabile (1), e lo stesso accade della paglia ed altre specie di foraggi, ed eziandio d'alimenti che in realtà l'esperienza dimostra poco nutritivi.

3346. Terza proposizione. *Per lo stato normale dell'essere organico, non solo richiedesi che non manchi veruno de' suoi elementi costitutivi, ma che non ve ne sia alcun altro estraneo, e che quelli vi entrino nelle proporzioni volute dalla natura di quell'essere medesimo.* Questa proposizione risulta evidente per le cose fin qui dette. Ma fa mestieri estenderla più di quanto si suole nelle chimiche istruzioni: cioè a dire comprendere come elementi anco la *luce*, il *calore*, l'*elettrico*, ossia la *sostanza eterea*, la quale anzi, ov'esca per poco dalle proporzioni necessarie allo stato normale dell'essere qualsisia, vi promuove alterazioni pronte e profonde più che la disproporzione di qualunque altro elemento costitutivo.

3347. IV. Aforismo. **La solubilità delle diverse sostanze non è sempre un fenomeno chimico.** Come si dimostrò per la *silice*, lo stesso avviene di molte sostanze quali divengono solubili sotto l'influenza delle sostanze organiche. « Il freddo dell'inverno ed i calori della state privano (dice il Liebig) l'*acido ulmico* della sua solubilità e rendonlo inetto all'assorbimento, e quindi all'assimilazione ». Senza contrapporre l'osservazione che l'*humus* o *terriccio* non si compone soltanto di *acido ulmico*, non si può contestare all'atto stesso della vegetazione la proprietà di rendere solubili ed assimilabili quei principii a lei favorevoli che abbondantemente si contengono nel *terriccio*. Le sperienze addietro citate del Verdeil e Rissler (§ 3226) e sotto un certo aspetto prima di loro dal Gazzeri (§ 2771) hanno svelato un principio luminosissimo per la teorica agraria. Ne consegue la

3348. Quarta proposizione. *Le forze chimiche non producono, ma soltanto coadiuvano i fenomeni della vita vegetativa.* Da *combinazioni*, *scomposizioni*, *sdoppiamenti*, e qualsiasi altra funzione o processo chimico naturale o artificiale, possono generarsi *prodotti* o *composti*, nuovi in apparenza, ma in realtà formati cogli elementi, sia dello stesso corpo che subisce la esplorata modificazione, sia dell'aria ambiente, sia per ultimo dei corpi a contatto, e degli stessi reagenti adoperati dal Chimico. E siccome per la manifestazione o svolgimento della vita vegetativa importano essenzialmente alcune di tali combina-

(1) Poggiale. *Esame del pane di provvisione distribuito alle truppe* ecc., Compt. R. de l'Acad. des Sciences, Tom. XXXVII, pag. 173.

zioni, scomposizioni ecc., quindi le forze chimiche (del pari delle fisiche) risultano essenziali nello sviluppo dell'essere organico. Ma sarebbe errore gravissimo il credere con certi moderni Chimici, che il germogliamento, crescimento ecc. d'una pianta, sieno un semplice procedimento chimico da laboratoio. Se il pulcino non può generarsi dall'ovo senza il calore necessario, chi vorrà crederlo fattura del caldo, e non della fecondazione dell'ovo?

3349. V. AFORISMO. **L'alcalinità e l'acidità indicano il rapporto de' vari corpi organici ed inorganici colla sostanza eterea**, e spiegano la *causa delle alterazioni*, *della fermentazione*, *della putrefazione e della dissoluzione*.

Nel V LIBRO, dove si studierà il fenomeno delle piante, le cui foglie nel mattino sono acide, a mezzodì neutre o insipide, ed alcaline o amare la sera, si rileverà pure l'importanza fisiologica del presente AFORISMO, dal quale discende la

3350. QUINTA PROPOSIZIONE. *Le forze fisiche o chimiche sopravincendo alle vitali, avversano o spengono i fenomeni della vita vegetativa.* Stimo inutile ridimostrarlo dopo quanto n'ho detto nel corso del LIBRO presente.

3351. Ma se ho dimostrati gli effetti della *preponderanza delle forze fisiche o chimiche*, non feci rimarcare all'agronomo il principio generale dell'*acidità*, *alcalinità*, e *stato neutro* de' corpi. Queste condizioni o proprietà de'corpi indicano lo stato elettrico dei medesimi (§ 2752 e 2998) e dimostrano che la *sostanza eterea* n'è un elemento costitutivo. Ora quando la normal dose di essa (§ 2487) viene alterata, e il corpo di sua natura acido diviene alcalino o viceversa, o da neutro passa all'eccesso o difetto d'elettricismo, si promuove un principio d'alterazione, spesso la vera causa di tutte le affezioni patologiche o nosologiche. Se riguardasi alla *sostanza eterea* nella forma di calore, rilevasi del pari l'eccesso od il difetto del medesimo, produrre analoghi sconcerti sino a spegnere la vita del corpo organico, o distruggere la struttura dell'inorganico; la luce poi non manca di manifestare in varie circostanze eguali effetti, e le osservazioni esposte nel CAPITOLO VII e nel presente ne deono bastare per conchiudere che non solo la preponderanza delle forze chimiche onde le combinazioni, scomposizioni ecc., ma quella eziandio delle fisiche, in ispecie della *impulsione*, costituiscono la causa prima e principale della disorganizzazione.

3352. SESTA PROPOSIZIONE. *Il lievito o principio di fermentazione*, *come pure la putrefazione*, *dissoluzione ecc.*, *è la preponderanza della forza d'impulsione sull'altre forze della Natura.*

A questo teorema, quale corollario, si annette la spiegazione dei fenomeni di *combustione*, di cui a bastante nella precedente SEZIONE III[a]. Ma torna soggiugnere un cenno della singolare natura del lievito, a chiarimento degli studii fin qui escogitati.

3353. **Cosa sia il lievito** è problema d'onde una folla d'ipotesi più o meno contraddittorie.

Lasciando esposta alla temperatura ordinaria una soluzione di zucchero mista con sostanze albuminoidi, a capo di qualche tempo il liquido s'intorbida e depone piccoli globuli ovoidali che crescono finchè 100 di essi in fila serrata raggiungono la lunghezza di un millimetro. Questi globuli vennero dal CAGNIARD-

LATOUR dichiarati di natura vegetale e viventi, ed il TURPIN rifermò l'osservazione che costituissero il *lievito*, facendo dipendere la sua azione dalla loro prodigiosa moltiplicazione. Infatti, se si diluisce una minima quantità di *lievito* comune in una infusione di grani, per esempio d'orzo germogliato, posta una goccia del liquido sotto il microscopio, a modo che un globetto isolato appaia collocato nel centro della lente (1) si formano successivamente nuovi globetti quanti ne mostrano le seguenti 8 figure dalla 780 alla 787, dove I rappresenta

Fig. 780. Fig. 781. Fig. 782. Fig. 783.

Fig. 784. Fig. 785.

Fig. 786. Fig. 787.

sempre il globetto primitivo. Per un paio d'ore il globetto I (fig. 780) non mostra cangiamenti, dipoi si manifesta una protuberanza, la quale nel tempo di

(1) La goccia di liquido si dee riporre tra due sottili lastre di vetro, immastricciate ne' contorni, per impedire l'evaporazione.

circa 6 ore acquista le dimensioni del globetto 1, come appare dalla fig. 781. Il secondo globetto ne genera di pari guisa un terzo (fig. 785) e via di seguito, cosicchè a capo di 3 giorni appaiono bell'e formati una trentina di globetti disposti attorno ad 1 circa a simiglianza della fig. 787. Il qual numero s'accrescerebbe se la sostanza albuminoide non fosse esaurita. Aggiugnendone pertanto al miscuglio zuccherino accennato, essa convertesi in lievito, e spiegasi come nella fabbricazione della birra, alla fine dell'operazione ricavasi una quantità di *lievito* 7 ad 8 volte maggiore di quella adoperata. Il descritto fenomeno avviene a temperatura di circa 19 gradi. Quando è compresa tra lo zero e gli 8 gradi, ciascun corpuscolo appare da prima come un punto nel liquido, e si sviluppa acquistando del pari il diametro d'un centesimo di millimetro, ma isolatamente. In amendue i casi i globetti si riempiono di granellini più minuti, quali scorgonsi nel 4 della fig. 787, e in preda a un rapido movimento, da cui si deduce che nuotino in un liquido contenuto in un inviluppo, e che il globetto costituisca una vera cellula (1).

Ma in tutti i liquidi *fermentescenti*, probabilmente ha luogo la produzione di analoghi fenomeni, ossia d'esseri particolari, quali sono per esempio i vibrioni dell'aceto, la cui animalità non è contestata. Ora chi può asserire coteste produzioni costituire il vero lievito o fermento, quando ne sono evidentemente piuttosto la conseguenza o un effetto? Gli è certo che i birrai per invigorire il fermento vi aggiungono di quei globetti, ciò dimostra che lo trasmettono. Ma perchè questo argomento nel mio concetto si collega colla così detta generazione spontanea, perciò lo riassumo al seguente § 3355.

3354. Settima proposizione. *La generazione apparentemente spontanea è la preponderanza della forza di vitalità sull'altre forze della Natura.*

Questa preponderanza deve intendersi estesa anche sulla stessa *forza di vitalità* quando per la causa avvertita nella V^a^ Proposizione, sia avversata o impedita nelle sue funzioni in altri individui.

3355. Il **tema della generazione spontanea** l'ho più volte discusso (§ 101 ecc., 2558) ed ora mi corre obbligo di offerirne, secondo la pochezza mia, quella spiegazione che renda ben chiaro il mio concetto presso l'agronomo.

Incorruttibile, o vuoi indistruggibile (§ 59, 2057, 2058 ecc.) è la *sostanza* sia *materiale*, *eterea*, od *organica*. I corpi inorganici non muoiono ma si decompongono: gli organici invece innanzi di decomporsi, si muoiono. Ma ciò non significa che la *monade* si muoia: essa dipartesi come l'*atomo* e l'*ente* dal corpo che informavano. Nè qui c'entra quistione di spirito o d'anima: la investigazione è puramente fisica, sotto il limitato aspetto materiale dell'organamento. L'aria adunque, l'immenso mare atmosferico (§ 2844) è un insieme d'infinito numero d'*atomi*, d'*enti* e di *monadi*, tutti elementi semplici, indecomponibili, e soltanto comprensibili quando informano composti o corpi perscrutabili coll'aiuto dei nostri sensi. Come l'*atomo*, come l'*ente*, così la *monade* trovandosi nelle condizioni necessarie, assume quelle proprietà la cui manifestazione dipende dal con-

(1) Regnault. *Cours de Chimie*, Ediz. cit., Tom. IV.

corso delle condizioni medesime. È indifferente, in ispecie per l'agronomo, il supporre la esistenza di tante specie di *monadi* quante sono le specie degli esseri organici, ovvero più logicamente, immaginare una sola fatta di *monadi* dotate della facoltà di assumere quelle proprietà speciali competenti a ciascuna fatta di esseri. Come accada la contemporanea comparsa di miriadi di questi esseri, appena si apparecchiano certe peculiari circostanze, vuolsi indagare nel § 3557 che con questo e coll'antecedente 3555 compiono lo sviluppo del mio concetto.

3556. Ottava proposizione. *Miasma, contagio, epidemie, epizoozie ed epifitie ecc. sono alterazioni promosse da preponderanza della forza d'impulsione, diffuse ed aggravate da preponderanza della forza di vitalità.*

La dimostrazione di questo principio sta tutta nella storia naturale delle malattie epidemiche o contagiose delle piante e degli animali: storia spettante al V e VI Libro. Quindi rimane ora opportuno un solo cenno per investigare qual parte v'esercitino le forze chimiche.

3557. **Lo spettacolo terribile** di generazioni d'esseri di cui sembra quasi che la Natura abbia decretata la distruzione per servire alla generazione di altre fatta di esseri, pur troppo si pare avere ne' recenti anni ingigantito. Ma per lo premesso al § 3555 sulla incorrottibilità della materia, e scrutinando a capello l'istoria naturale de' tempi trascorsi, torna sempre l'ineluttabile conchiusione, della moltiplicazione di una specie d'esseri *proporzionale* alla diminuzione d'altre specie. Una prova imperfetta, ma sensibile, l'offre all'ingrosso la fallanza di funghi mangerecci ed altri boscherecci e prataiuoli, contemporanea allo sterminato numero di funghi microscopici parassiti che spengono il frutto della vite. Ma la specie di esseri ora tanto fatalmente celebre sotto il nome di *oidio* non sarebbe sì numerosa, 1° senza l'esistenza della vite; 2° senza uno stato innormale o morboso della medesima. Aumentate la produzione dell'aceto aumenterete quella de' *vibrioni* (§ 3353): aumentate il numero de' bachi mal tenuti, aumenterete quello delle pianticelle di *botrytis*. Ogni volta che si apparecchiano le condizioni predisponenti allo sviluppo di una data specie di esseri nell'immenso numero di *monadi* di cui è zeppo il mare atmosferico, di subito quelle di esse opportunamente disposte per subire l'influenza delle anzidette condizioni, se ne giovano e s'informano in quelle generazioni.

3558. **Il processo della generazione** si parrebbe adunque superfluo secondo l'esternato concetto. Ma riassumendo la descritta generazione del lievito (§ 3555) agevolmente si comprenderà, non avere la Natura creati i sessi ed il magistero della fecondazione inutilmente. E perchè meglio l'agronomo afferri la soluzione di questo problema di tanto interesse per l'arte del coltivare, mi varrò di pratico esempio tratto dalle foglie dell'olmo. Non farò in questo luogo la storia naturale della *Galeruca ulmariensis*, nè dell'*Archestes alni*. Noto il fatto che migliaia e migliaia d'olmi di cui è popolata la provincia di Bologna in certi anni vengono spogliati delle loro foglie, formandosi in ciascuna di esse una vescichetta contenente l'ovuncolo da cui sorte la larva che poi la divora. Quando questa devastazione è compiuta, accade spesso la scomparsa nell'anno successivo di cotesto esercito di nemici insetti, i quali poi tra parecchi altri anni rinnovano la stessa strage. Come avviene questa specie d'intermittente

generazione? Nell'anno in cui si moltiplicano eglino al di là del numero che può essere nutrito dalle foglie d'olmo, le larve si spengono senza compiere che in picciol numero la loro metamorfosi d'insetto perfetto, oppure ciò accade per qualche condizione meteorica loro funesta. Ecco miriadi di *monadi* ridotte allo stato inerte e latente, sciolte da quelle miriadi di larve perite. Questo fatto avviene di tante altre miriadi d'insetti microscopici, i quali moltiplicando a dismisura periscono in forza del loro numero, soverchiante i mezzi d'alimentazione, o in forza d'altre cause ora inutili da investigare. Si potrebbe adunque spiegare un diverso stato delle monadi che si risolvono, diverso in quanto alle loro facoltà, consentendo alle une quella di fecondare le altre. Lo che sarebbe assurda ipotesi. Come avviene adunque la comparsa di que' primi corpuscoli o cellulette di lievito, mentre l'altre appaiono soltanto quasi generate da quelle prime? Come mai gl'impercettibili semi dell'*oidio* si mostrano sull'acino intatto per ricoprirlo d'infiniti altri che da que' primi s'ingenerano e finiscono per guastarlo compiutamente?

3359. **Le monadi sono i primissimi germi** che informano i *granuli* onde i *nuclei*, poi le *cellule*, come sposi al § 3287. Quindi rimane solo ad ammettere il supposito che nel fenomeno della disorganizzazione, per cosmologica legge della Natura provvida conservatrice delle specie, nel mentre gli agenti esteriori adempiono a quella dissoluzione dell'essere organato, la maggior parte delle monadi se ne sprigioni affatto libera ed isolata, ed altre se ne svincolino soltanto nello stato di granuli (1). Ma le stesse ragioni proferite al citato § 3287 mi vietano di proceder oltre, e solo dal V e VI LIBRO attender può il leggitore lo sviluppo e chiarimento del presente mio concetto, sul cui valore allora soltanto vorrà proferire giudicamento.

3360. Dovrei soggiugnere altri AFORISMI, e quindi altri TEOREMI costituenti il mio *concetto*. Ma per brevità, per chiarezza e per seguire l'impostami legge di procedere dal noto all'ignoto, debbo rimandarne lo sviluppo al VII LIBRO, facendo fine al presente CAPITOLO col riportare un saggio delle teoriche più recenti, affinchè giudichi da sè il leggitore quanto possano essere intendevoli, e se porgano adequata ragione dei mirabili fenomeni naturali, per trarne le applicazioni convenevoli ed utili a chi professa la scienza ed arte di rendere que' fenomeni a suo grado e vantaggio appropriati.

3361. « **L'uomo è aria condensata**: vive d'aria condensata e non condensata: e di aria condensata si veste: si nutre coll'aiuto d'aria condensata; e per suo mezzo muove colla celerità del vento i pesi più gravi ». Tale è il concetto del LIEBIG (2), e basterà che il leggitore benevolo rammenti le osservazioni premesse al § 69 ecc. del presente LIBRO, per conoscere il valore di queste brillanti più che assodate teorie.

---

(1) I granuli producono aggregandosi i nuclei che si circondano d'un sacco membranoso, e così costituiscono la cellula. Questo primo lavoro dell'organizzazione può essere provocato dalla preesistenza d'altra cellula (secondo lo SCHLEIDEN, Princ. Bot. 1842), ovvero l'evoluzione originaria della cellula sarebbe nascosta, secondo l'HUMBOLDT, nella oscurità di una reazione chimica (*Cosmos*. MILANO 1846, pag. 300). Ma come mai ciò che è oscuro, vale a dire ignoto, lo affermiamo poi una reazione chimica?

(2) LIEBIG, Lettere cit., Ediz. TORINO, pag. 250.

3362. « **L'uomo è una macchina,** secondo il LIEBIG, moventesi su due piedi. Talvolta, per di lui stima », in grandi combattimenti cotali macchine si distruggono col mezzo d'aria condensata a fine di ottenere appunto l'aria condensata di cui abbisognano per mutarsi e per vestirsi, o per acquistarsi onori o potenza. Molti riguardano le proprietà della sostanza immateriale, sensibile, fornita di coscienza e di pensiero che in questa macchina si manifestano come una semplice conseguenza dell'interna sua costruzione, e della disposizione delle sue minime molecole, mentre la Chimica somministra l'indubitabile prova che per quanto concerne l'ultima e più sottile composizione, non più percettibile dai sensi, l'uomo è identico col bue, o con qualunque altro animale più infimo della creazione » (1). Anche su questo rapporto non si ha che a rammentare quanto esposi nella III SEZIONE dell'anteriore CAPITOLO III.

3363. Gli **esseri organici** nel mio concetto, vegetali od animali, soggiacciono alle forze che dominano i corpi inorganici, e nelle combinazioni e decomposizioni della materia si riscontra l'azione degli agenti che concorrono nel dare ai tessuti organici le loro forme e le loro proprietà. Ma oltrechè tali forze agiscono sotto l'imperio della *forza vitale*, entra ancora un elemento di natura speciale, l'elemento della *sostanza organica*, la *monade* infine, nella composizione definitiva dell'essere organato. Lo ignorare l'intima natura di questa *monade*, e l'essenza della *forza vitale*, legittimerebbe, come pretende l'HUMBOLDT, la tendenza ad ormare, per così dire, l'azione delle forze fisiche e chimiche fino nello svolgimento delle forme vegetali ed animali (2). Ma non si può prescindere dallo ammettere che gli organismi comprendono in se medesimi il principio, e la ragione dei fenomeni della loro esistenza.

3364. La **vita apparente del vegetabile** ti pare appieno tranquilla ed immobile. Ma la corrente continua del suo succhio ascendente e discendente' l'incessante brulichio de' granuli e nuclei delle sue cellule, la *ciclose* o giro circolatorio ne' globuli de' suoi succhi, i filamenti che s'articolano e s'avvoltolano a spirale, il continuo lavoro degli organi d'assorbimento, di respirazione, di nutrimento, di sviluppo e di fecondazione, sono punto paragonabili alle fisiche o chimiche adesioni, combinazioni e scomposizioni de' corpi inorganici?

3365. La **vita animale** che troviamo ad altissimi gradi di temperatura non meno che tra i rigori di un freddo intensissimo, dove l'acqua in somma o vaporizzerebbe, o soliderebbe, la cui esistenza si regge nel mare alla profondità di oltre mezzo migliaio di metri, come può comprendersi da chi voglia riferire i fenomeni dell'organamento a sole forze fisiche o chimiche?

3366. **L'uomo** infine soggiace, benchè assai meno delle piante e degli animali; pur si risente delle circostanze di luogo e di condizioni atmosferiche. Ma per la sua stessa organizzazione onde sopporta sì enormi differenze di clima

---

(1) LIEBIG, Lett. cit., Ediz. TORINO, pag. 250-251. La traduzione francese darebbe un significato più deciso all'ultimo citato periodo: *mais la Chimie fournit la preuve irrécusable, que s'il en était ainsi, l'homme devrait être identique avec le boeuf ou avec l'animal le plus inférieur de l'échelle, puisqu'il ne diffère pas de ces animaux, sous le rapport de cette composition, ultime et délicate qui échappe aux sens.* Ediz. citata di PARIGI, pag. 200.

(2) HUMBOLDT. *Cosmos.* Prem. Partie, pag. 291.

(§ 2434) e più poi per l'attività dello spirito, per la facoltà dell'intelligenza, se partecipa in modo essenziale alla vita che anima tutto il globo, se sfugge più facilmente alle potenze che reggono la materia inorganica (1), non è forse il tipo, il sublime, la più perfetta manifestazione dell'organica Natura? Quando certi moderni scienziati definiscono l'uomo per un impasto di terra, o vuoi d'aria, modellato a meccanismo retto, e sviluppato dal potere di forze fisiche o chimiche, essi credono conoscere l'uomo, e non conoscono che il suo cadavere.

CAPITOLO X.

ASTRONOMIA AGRARIA.

SOMMARIO. — I. Aspetto del Cielo. — II. Corpi celesti. — III. Sistema solare. — IV. Sole. — V. Astri. — VI. Pianeti. — VII. Comete. — VIII. Areoliti e Bolidi. — IX. Terra. — X. Luna. — XI. Eclissi. — XII. Calendarii e Lunarii.

5367. Se d'**astrologia** anzichè d'**astronomia** m'inducessi ora a favellare, chi sa quanti campaiuoli l'avrebbon più a grado. Conciossiachè la piupparte degli uomini amano piuttosto che i loro pregiudizii s'adulino, e non già che si osteggino. L'astrologia sarebbe la face dell'indovino, l'astronomia invece dimostra pressochè impossibile lo indovinare. Tra le incessanti consultazioni or della Luna, or del Lunario, dapoichè tra mille predizioni, appena dieci od anche meno colpiscono a segno, tornerebbe gradevole un cicalamento istruttivo per istrologare un po' meglio e la piova, e la brina, e 'l buon tempo, e il cattivo. Invece sponendo nozioni d'una scienza che severamente pronuncia mestier di cerretano lo spacciare pronostici, ed ufficio di gonzi il prestarvi credenza, ho grave timore di poco benevol sorriso alla mia povera fatica.

5368. Lo **stenebrare** l'uomo di campagna, è nondimeno lodevol intento, perciocchè torni vantaggiosissimo a tutti, e lo sia poi in ispecie per chi sobbarcasi volonteroso a tradizionali fallacie ed a pregiudizii da pretta ignoranza non imperdonabili. Arroge la circostanza di campaiuoli anco non indòtti del tutto, siccome castaldi, fattori, e fittaiuoli, e tuttavia schiavi all'errore, perchè d'errare inconsapevoli, troppe essendo ne' celestiali fenomeni le incessanti apparenze.

5369. **Apparenza** la grandezza della *Luna* che ti sembra, dopo il *Sole* e la *Terra*, il più gran corpo dell'universo:

il parerti or più grande, or più piccola la stessa *Terra* che credi assai mag-

(1) *Notre espèce*, dice l'HUMBOLDT, *échappe plus aisément aux puissances de la Nature* (*Cosmos*. MILANO 1846, pag. 301); della Natura *inorganica* concedo, ma non dell'*organica*. Come mai, nello stesso tempo che si vuol fare un problema unico degli esseri organici e degli inorganici, come mai porre fuori della Natura la più perfetta opera della medesima?

giore del *Sole*, e t'avvisi formare un immenso piano colle protuberanze gigantesche dell'Appennino, dell'Alpe, e coi profondi bacini dei laghi e dei mari:

il *Sole* che nasce e poi s'annega nel mare per rinascere nel giorno successivo:

tutti gli astri, non che il *Sole* e la *Luna*, che concordemente da secoli e secoli vanno girando attorno al punto da cui ti piaccia di contemplarli: oltracciò ti sembrano egualmente distanti dal tuo occhio, mentre molti lo sono milioni di leghe più degli altri. E qui fo punto senza citare tant'altre apparenze, anche oggigiorno comuni all'universale, comechè non sì goffe quanto le credenze antiche già memorate (§ 1919) della fame degli *Astri*, della sete del *Sole*.

3370. Vaneggiavano gli antichi, quali come Menippo sentivano chiamarsi con voce donnesca dalla *Luna* che lamentava l'insolenza de' filosofi nello investigare i fatti suoi: o quali Talete, Pitagora, Platone ecc. ed eziandio Aristotele che riguardavano gli *Astri* siccome tanti animali (1) o piuttosto, a stima d'Alcmeone, tanti Iddii. Ma e non vaneggiano ancora i nostri villici quando fanno nascere, crescere, o intristire i vegetali, e fecondarsi le galline, le vacche ecc. secondo il crescere o calare della *Luna*? Tuttavia non dobbiamo maravigliar di soverchio delle astronomiche perscrutazioni del rustico quando a lui incolpabile della propria ignoranza, paragoniamo il Gaetano affermante « che per virtù celesti s'intendono l'anime de' cieli e degli astri........ « e non altrimenti che il Gaetano hanno pensato il Bodin, il Ricio, e quel che « è più, Ticone il cittadino del Cielo, Keplero il padre dell'astronomia mo« derna, il rigeneratore della scienza celeste, il legislatore degli astri » (2).

3371. Semina in terra e spera nel Cielo il laborioso coltivatore. E contemplandolo, rimane soggiogato dal pensiero dell'ordinamento profondo e sublime onde si regge l'Universo. Comprende la mirabile armonia de' moti celesti; vede e nota il viaggio degli astri, il cammino delle comete per l'immensa vôlta di cui gli sembra starsi egli nel centro. E le perturbazioni dell'atmosfera, il ricorrere delle stagioni, la nebbia, la pioggia, la tempesta, tutto collega all'apparizione, ai moti, allo splendore di que' corpi luminosi che pur tien fermo essere inalterabilmente costretti da leggi supreme, ma per lui sconosciute. Se non che sotto l'imperio dell'ignoranza di esse leggi, a quelle mutazioni di luogo, a quel nascere, a quel tramonto di tanti globi luminosi, a quelle fasi, a quelle apparizioni, connette l'idea di sorgente di causa dei fenomeni di cui spera e paventa. Niuno più del lavoratore del campo ha d'uopo delle necessarie cognizioni astronomiche, quante almeno bastano perchè possa attribuire il giusto valore all' influenze del mondo esteriore sulla coltivazione (3).

---

(1) Achill. Tatius. *Isag. in Arati. Phoen.* C. XIII.

(2) Di Giacomo Leopardi. *Saggio sopra gli errori popolari degli antichi.* Firenze 1846, Cap. X.

(3) Prodigiosi poteri accorda alla Luna l'uomo del coltro, della vanga, del potatoio. Ma da uomini eziandio d'altra istruzione, d'altro vivere, d'altra fortuna, non odesi talora qualche accento di timore di urto di comete colla terra, di mutato corso delle stagioni, di perduti rigori invernegni, di alterata temperatura media, d'accresciuta intemperanza di meteore atmosferiche? E nondimeno un'astronomia popolare loro apprenderebbe che la Cometa dell'Encke, una tra le interne, compie il suo corso in 1200 giorni, ma nè per

3372. L'**Astronomia agraria** s'estende dunque quanto importa per non illudersi affatto sulla influenza della Luna, su quella dell'Eclissi, delle Comete ecc. sulle vane dicerie del mutato clima per ispostamento dell'asse terrestre, del prossimo pericolo di scontri formidabili di astri o pianeti tra loro, ovvero tra di essi e la Terra, e di più quanto occorre per fare scala alle più affini nozioni meteoriche e climatologiche. L'agronomo dee conoscere gli astri per giovarsene come il saggio del CAMPANELLA (1). Abbia dunque tolleranza il leggitore benevolo, e farò di spicciarmene in brevi parole.

3373. Gli **argomenti** che prescelgo sono questi:

1. **Aspetto del Cielo.**
2. **Corpi celesti.**
3. **Sistema solare.**
4. **Il Sole.**
5. **Gli Astri.**
6. **I Pianeti.**
7. **Le Comete.**
8. **Areoliti e Bolidi.**
9. **La Terra.**
10. **La Luna.**
11. **Eclissi.**
12. **I Calendarii e i Lunarii.**

Trapasso le definizioni, e quantunque a malgrado quel tocco storico con cui ebbi cura ne' precedenti Capitoli di memorare alcuna delle glorie scientifiche onde ITALIA s'onora (2). In questo ramo, forse il più sublime dell'umana sapienza, mi taccio sia per necessità di breviare, sia perchè mi basti avvertire che la scuola SICILIANA affermò la prima il corso delle *Comete* regolare, e nulla doversi temere della loro apparizione (3), e infine mi vale per tutti rimemorare GALILEO (4).

---

forma nè per direzione del suo cammino è punto più pericolosa della grande cometa dello HALLEY, il cui giro si compie in 76 anni. Quella di BIELA per verità taglia l'orbita, o vuoi la strada che percorre la *Terra*, ma non può accostarglisi di molto, che quando la sua prossimità al *Sole* coincide col solstizio d'inverno. La forma dell'orbita terrestre e la inclinazione dell'asse su cui compie la sua diurna rivoluzione possono provare cambiamenti periodici; ma così lenti e moderati, che la differenza di calore per la mutata distanza dal *Sole* potrebbe appena riuscire sensibile nei più delicati strumenti dopo centinaia di secoli. Coloro adunque, i quali discutono sul raffreddamento del nostro globo, sulla diminuzione d'umidità nella di lui superficie, onde poi desumono spiegazioni sull'origine e frequenza d'epidemie, epizoozie, ed alterazioni nosologiche di *prodotti* vegetali, dimostrano soltanto di essere pienamente estranei alla scienza.

(1) *Sapiens utitur astris: sensualis servit astris.* CAMPANELLA, Praedict. Astrol., Lib. VII.

(2) Noterò solo per compenso gli scritti principali ITALIANI anteriori al GALILEO.

ARCHIMEDE (227 anni av. G. C.) compose il primo *Planetario*, indagò il diametro del Sole, il moto de'Pianeti, il centro di gravità degli spazii parabolici, de'circolari, ecc.

GALLO LUCIO (166 anni av. G. C.) predisse ai soldati Romani l'imminente comparsa di un'eclisse, e dimostrò loro in che modo accadesse. Mezzo secolo avanti l'era cri-

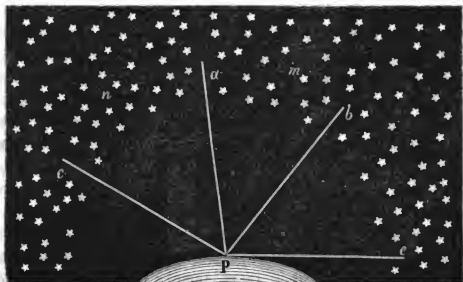
(3) LIBRI, *Hist. des Sc. Matem. en* ITALIE, Tom. I, pag. 29.

(4) V. § 1915 colle sue Note.

[1] Aspetto del Cielo.

1. Quale il veggiamo.

3374. L'aspetto del Cielo, in ispecie se in serena notte il contempli, ti si presenta quale immenso concavo emisfero. Verresti a scommessa ch'e' forma una gran vôlta, la quale trascinando con seco le infinite stelle che la tappezzano, si rivoltola tutta a bell'agio intorno a' tuoi piedi. Se la figura 788 rappresentasse un piano che tagliasse uno spazio immenso pieno di stelle, e quel

Fig. 788

piano passasse pel punto P dove stia l'osservatore, perciocchè la sua vista non possa raggiugnere che distanze limitate ed eguali, supponendo che i di lui raggi visuali vengano indicati dalle linee P*a*, P*b*, ecc., gli è manifesto che l'osservatore riferisce gli astri per lui visibili a quegli estremi punti *a*, *b*, *c* ecc.; gli altri *m*, *n* ecc. al di là del circolo, o meglio della sfera corrispondente al raggio visuale rimarranno invisibili (1); quindi la citata apparenza di vôlta celeste.

3375. Ma come mai tante stelle, e soltanto un Sole, soltanto una Luna? E quelle stelle medesime, perchè alcune maggiori, altre minori, alcune più risplendenti, altre meno? L'agronomo per verità non ha

stiana, da TARUZIO fu composto un Trattato d'Astronomia: qualche anno dopo MANILIO scrisse l'*Astronomicon*, commentato nel secolo XV dal BONINCONTRA, tradotto dal BANDINI nel 1737, e dichiarò la *Terra* sospesa nello spazio. Di poi PLINIO nel 2° libro *Historiæ mundi* espose le nozioni d'Astronomia de' suoi tempi. Del 1050 il CAMPANA pubblicò il *Liber de compositione quadrantis, de sphæra, et theoricis planetarum.* Il SACROBOSCO produsse del 1220 il suo trattato *Della sfera*, donde nel 1475 FRANCESCO CAPUANO fu tratto a scrivere l'*Expositio sphæræ*. Di più molte opere astronomiche si denno al BENEDETTI, al MAUROLICO, al TELESIO, ecc.; sono tutti scrittori Italiani d'Astronomia anteriori a GALILEO.

(1) Per più facile intelligenza prescindo dal riflesso della diversa grandezza e splendore degli astri.

mestieri d'apprendere tutte le nozioni che rispondano a coteste e tante altre analoghe inchieste. Basta ch'ei sappia essere la scienza da tanto, che di moltissimi di que' corpi apprese all'uomo la grandezza, la distanza, il viaggio che fanno, il tempo che impiegano, e tutto questo con esattezza di calcoli fino alle frazioni di minuti secondi. Basta poi pel vantaggio della sua coltivazione, che non trascuri o tenga in dispregio quelle poche più essenziali nozioni che vo epilogando nel presente CAPITOLO.

3376. Non veggiamo che un *Sole*, perchè gli altri astri d'eguale o maggior grandezza e splendore stanno a più stragrande distanza, e soltanto ci appaiono brillantissime *Stelle*. La *Luna*, benchè splendente di non sua luce, è più distintamente veduta, perchè in confronto agli altri globi celesti a noi vicinissima.

3377. La **diseguaglianza di splendore e di grandezza**, non che di *simmetria di posizione* degl'innumerevoli corpi celesti, è un fatto veramente meraviglioso per l'osservatore. Se tutti i punti luminosi del Cielo fossero eguali, e ad eguali intervalli tra loro, sarebbe impossibile distinguerli gli uni dagli altri. Invece i primi pastori del mondo appresero a rimarcarne non pochi: lo stesso dicasi de' contadini, tra' quali fu reso celebre dallo HERSCHELL il PALITZCH di DRESDA nato agricoltore, e sì famigliare colla conoscenza degli astri, da distinguere una stella cangiante tra molte migliaia d'altre, e notarne il periodo; e da vedere il primo la cometa dell'HALLEY un mese innanzi che fosse riconosciuta dagli astronomi, i quali avendone predetto il ritorno per l'anno 1759, l'aspettavano ansiosi col telescopio (1). Gli è per l'accennata diseguaglianza che il navigatore può dirigere il suo corso, e il vigile bifolco saper l'ore della notte. Le molte stelle distinte pel loro splendore dalle vicine, e con esse componenti gruppi variamente disposti, sembrano formare simboli o figure, cui il volgo diè nomi speciali. Gli astronomi le chiamano *costellazioni*: tali la *grande Orsa*, *Orione*, le *Pleiadi*, che il popolo chiama il *carro*, i *tre re*, la *chioccia* o *gallinelle* ecc. come al § 3415.

3378. La **più semplice contemplazione** facendo distinguere gli accennati gruppi, ne avverte che non cangiano essi di forma; quindi le stelle che li compongono deono conservare costantemente le loro distanze e posizioni relative. Ma perdurando molte ore della notte nell'osservare il Cielo, stando fermi allo stesso posto, scorgonsi stelle e costellazioni intere non vedute poche ore prima, e che scompaiono qualche tempo dopo. Questi astri adunque si levano e tramontano come il *Sole* e la *Luna*, percorrendo archi di cerchio di varia grandezza. Ma oltracciò molti di essi si muovono, compiendo un circolo intero, nè mai tramontano: tali le sette stelle del *carro* ossia Orsa maggiore: ed havvene anzi una che non si muove dal suo posto, la quale chiamasi *polare* perchè affatto prossima al *polo*, che significa un'estremità dell'immenso asse intorno a cui sembra che la vôlta del Cielo compia in 24 ore la sua rotazione.

---

(1) BARUFFI. Della imminente apparizione della gran Cometa d'HALLEY. TORINO 1835, pag. 10 in nota.

§ 2. Quale il rappresentiamo.

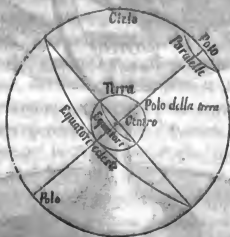
3379. L'**orizzonte** nel CAP. VII venne abbastanza definito, e qui giova rimemorarlo perchè dallo sporgere o elevarsi sul medesimo desumiamo il sorgere o nascere delle stelle, della Luna e del Sole: come dal tuffarsi in esso, ossia passare sotto la sua linea, notiamo il loro tramonto. Se il circolo della fig. 789 rappresenti la periferia della Terra, oltre l'orizzonte, comprendiamo eziandio la *vérticale* perpendicolare al punto in cui trovasi l'osservatore: lo *zenith* è quello in cui la verticale s'incontra nel cielo, il *nadir* l'opposto estremo. Quando affermasi una stella allo *zenith*, intendesi posta direttamente sul nostro capo.

Fig. 789.

Zénith
Verticale
Orizzonte
Diametro
Antipodo
Nadir

3380. La **posizione della Terra** nel Sistema Solare, benchè il *Sole* occupi il centro, può nondimeno riguardarsi come centro della sfera celeste. L'asse del mondo allora passa pel centro della Terra, lo trafora in due punti detti *poli della Terra* (fig. **790**) per analogia cogli altri

Fig. 790.

Cielo
Polo
Paralelle
Terra
Polo della terra
Centro
Equatore
Equatore celeste
Polo

due estremi dell'asse anzidetto, che costituiscono i *poli del mondo*; come la porzione di questo asse la quale unisce i poli della Terra, dicesi asse della Terra, e ne forma un diametro. L'*equatore terrestre* è un *massimo* cerchio della Terra medesima, tutti i punti del quale sono equidistanti dai due poli, e scomparte il globo in due emisferi. L'*equatore celeste* similmente equidistante in ogni suo punto dai *poli del mondo*, spartisce la sfera celeste in due grandi *emisferi* (1). La *Terra* adunque, minimo grano d'arena in mezzo allo spazio, la consideriamo come piccola sfera concentrica coll'altra immensa del firmamento. In questo

(1) Non si dimentichi la geometrica generazione della Sfera analizzata nel § 1677 col sussidio di quella figura 400.

supposito viene costruito il globo o sfera celeste, detta anche *armillare*, e per più chiara nozione s'aggiugne la figura 791, cui s'avrà spesso ricorso procedendo in queste nozioni.

Fig. 791.

[2] Corpi celesti.

3381. **Nebulose.** La limpidezza del Cielo, ne' più lucidi sereni, sembra cospersa di bianchi spazii, quali sino a GALILEO ritenevansi *piazzette albicanti*, e poi col telescopio « l'aviamo fatte (dic'egli) diventare drappelli di molte stelle

lucide e bellissime » (1). *Stelle nebulose* però diconsi quelle che mandano una luce non ben terminata nel contorno, e come vedute attraverso uno strato di nebbia; mentre per *nebulosa* più particolarmente intendonsi quegli ammassi di materia luminosa (e noi diremo di *sostanza eterea*, talora pur congiunta di *sostanza materiale*, fors'anche d'*organica*) ne' quali ad onta del soccorso de' più potenti telescopii, ancora non si pervenne a discoprire veri nuclei o conglobate porzioni, che poi chiamansi *nebulose stellari* se composte di sola *sostanza eterea*, e nebulose *planetari* se comprendono l'altre *sostanze* eziandio. Nel § 3390 si chiarirà perchè abbia cominciato dalle *Nebulose* nel descrivere i *Corpi Celesti*, e perchè tra essi comprenda la *Via Lattea*.

3382. **Via lattea** (*Galaxias*, o fiume celeste degli Arabi) chiamasi quella fascia biancheggiante che si manifesta in serena notte si scorge, e formasi appunto di *nebulosa* in piccola parte *irresolubile* in nuclei, e in parte assai maggiore (come allo HERSCHELL rilevò il suo colossale telescopio), componesi d'innumerevoli stelle (2) insieme congregate e riferibili a 175 gruppi distinti, ossia altrettante *nebulose* distribuite in uno immenso strato, verso il cui mezzo si trova il nostro Sole. La sua forma di banda o zona luminosa che cinge il Cielo, è un apparenza, un effetto di prospettiva.

3383. La **luce zodiacale** proviene da un anello di nebulosa schiacciato, e circolante liberamente nello spazio compreso tra le orbite di *Venere* e di *Marte* (3). Ma non sarebbe d'alcuna utilità lo entrare nello studio della natura di questo fenomeno.

3384. Ecco adunque apparenze di quasi, diresti, cosmica nebbia, o meteore luminose, che sono invece reali corpi celesti a migliaia di milioni. Questo gli è veramente un mondo celeste telescopico: ora fo passo a quello i cui corpi in notevol parte sono visibili ad occhio nudo.

3385. Il **numero de' celesti corpi è infinito** (4). Infinito quello dei *Soli* e così delle *Lune*, dei *Pianeti*, delle *Comete* (5) e delle *Stelle*. L'accorderai di buon grado per l'ultimo, ma per le *Lune* e pei *Soli*? Ti dirò anzi infinito il numero delle *Terre*, perciocchè *Lune* e *Pianeti* non sieno che altrettante *Terre*, o vuoi per converso, la *Terra* non è che un *Pianeta*, e la *Luna* un *Pianeta* girante attorno altro *Pianeta*.

Vuoi distinguere la *Stella* dal *Pianeta*? riconoscerai quella dalla sua luce scintillante (6), questo dalla luce continua che te 'l rivela. Oltracciò le stelle ti appaiono stabilmente chiodate alla vôlta del cielo; che questa sola si rivolga attorno trasportandole con seco pressochè immobili, non cambiando sensibilmente posto tra loro, onde poi le si chiamano *stelle fisse*.

Il *Pianeta* invece si pare che appunto erri, come per greca origine suona

---

(1) GALILEO, *Dialoghi sopra i Sistemi del Mondo*. FIRENZE 1632, pag. 361. Cito questo passo perchè ne' Trattati Scolastici sogliono attribuire questa scoperta allo HERSCHELL.

(2) Col suo telescopio di 40 piedi Sir W. HERSCHELL calcolava a 18 milioni il numero delle stelle contenute nella sola *Via Lattea*.

(3) Così conghietturano il LA PLACE, lo SCHUBERT, l'ARAGO, il BIOT, ecc.

(4) In 5 soli gradi lo HERSCHELL ne contò 331 mila.

(5) Il y a plus de Comètes dans le Ciel que de poissons dans l'Océan. KEPLER.

(6) Dello *scintillar* delle Stelle ho discorso nel §. 2399: del perchè di giorno scompaiano nel §. 2400, Cap. VII, *Fisica Agraria*.

il suo nome, e realmente cambia del continuo di posizione nel Cielo, non solo pel diurno rivolgimento cogli altri astri comune, ma pel mutar di distanza rispetto ad altre stelle o pianeti.

I *satelliti* infine o *Pianeti di Pianeti*, come la *Luna* la quale gira attorno alla *Terra*, e così gli altri *satelliti*, sono pianeti minori che girano attorno a un maggiore. Ma sì di loro che del *Sole* e d'ogni altro corpo celeste, meglio è dir partitamente, dopo accennata la loro posizione rispettiva nella gran vôlta de' Cieli.

[3] Sistema Solare

3386. **E pur si muove!** In questa celebre ed osteggiata sentenza del sommo GALILEO, sta il fondamento del SISTEMA SOLARE. Egli ti sembra che la vôlta de' cieli s'aggiri intorno la Terra, immobile sotto i tuoi piedi, e come situata nel centro dello spazio. *E pur si muove!* non altrimenti pare al navigatore che la sponda s'allontani, ed è invece la sua nave che solcando l'onda procede. Se poni mente alla ruota del carro che cammina, vedrai quanto lento sia il movimento di rotazione d'uno de' chiodi del *mozzo*, a petto di quello d'altro chiodo o caviglia del cerchione che ne costrigne i quarti. Ma se le razze delle ruote fossero di smisurata lunghezza, intantochè il mozzo con eguale velocità si movesse, i quarti avrebbero tal corsa precipitosa che volerebbero in frantumi. Comparazione informe, e per avventura troppo volgare, ma sufficiente per indurne che stando il Sole e le Stelle a distanze enormi dalla Terra, se quei celesti globi dovessero eglino compiere la diurna rivoluzione cui invece adempie la Terra rotando sovra se medesima, sto per dire l'Universo precipiterebbe.

1. Sistema cosmico.

3387. Ma prima di procedere alla investigazione del *Sistema Solare* occorre formarsi qualche idea del *Sistema* più illimitato che abbraccia la contemplazione dell'Universo, e di cui il *Sistema Solare* costituisce soltanto una parte ch'è il tutto per noi abitatori della *Terra*, ma rappresenta un solo tra gl'innumerevoli altri componenti il *Sistema cosmico* o mondiale che voglia dirsi (1). Come la *Terra* forma centro per la *Luna* che attorno le ruota, così forma il *Sole* centro alla *Terra*, ma in pari tempo il *Sole* con tutto il sistema da lui dipendente si scosta dallo stesso punto dello spazio per accostarsi ad un centro, non per anco rigorosamente definito, e che dà origine al movimento, avvegnachè ai nostri sensi lentissimo, di traslazione verso la costellazione di *Ercole*. Quanto più la scienza astronomica procede, quanto meglio i telescopii agevolano all'uomo la facoltà di penetrare nelle più remote regioni del Cielo, tanto meglio si rafferma negli astronomi il convincimento dell'esistenza d'altri *Soli* che in gran parte ci appaiono sotto la denominazione di *stelle fisse*, *Soli* centro essi pure di speciali

---

(1) V. *Sulla pluralità dei mondi*, del BREWSTER, pubblicato nel 1854, in risposta al WHEWELL che la impugnava.

sistemi, e similmente vincolati a subire l'azione dello anzidetto generale centro di gravità universale.

3388. **Nulla è immobile nell'Universo**, avvertiamolo innanzi tratto coll'HUMBOLDT. Adunque niun astro trovasi oggi nell'identico spazio ove fu ieri e le stelle cui abbiam detto *fisse* hanno un movimento esse pure, quantunque l'immensa loro distanza nol lasci comprendere sì di leggieri (1). È una popolazione essa pure che non può star ferma (2), quantunque SENECA la chiamasse *fixum et immobilem populum.* Nè la mobilità si limita ad alterazione di distanze, ma si estende a veri fenomeni di formazione; conciossiachè si osservino Stelle nascere, crescere, cambiare di colore o lucentezza, appaiarsi, o sdoppiarsi, ed estinguersi o almeno sparire. Le nebulose globulari, quali aréole splendenti qua e là pel firmamento (3) contengono spesso migliaia di stelle telescopiche collegate fra loro da reciproca manifesta dipendenza. Altre però, quali macchie lattiginose, offrono alcuni punti più sfolgoranti; i quali infine, quasi centri di condensazione della *sostanza eterea* costituente quegli ammassi nebulosi, deono per risultato definitivo convertirsi in tante Stelle quanti essi punti sfolgoranti, ossia centri più luminosi.

3389. **Come in vergine foresta** vedi la ghianda di recente caduta sul molle e fecondo terriccio, residuo di spente generazioni, ed altra ne scorgi germogliante, e poi trovi il rampollo nato dell'anno, e così altri di due, di dieci, e la svelta pianticella d'alquanti lustri, e la vigorosa ed adulta fino all'annosa e secolare che l'ampie braccia stende alle nubi, e la fronzuta cima erge intrepida sfidando la folgore e l'uragano: e tu comprendi che quella ghianda, quel germoglio, quella pianticella, diverranno un giorno l'annosa quercia per sostituirsi a quella che la folgore, l'uragano, o la decrepitezza avranno fatto perire: come, dissi, il comprendi, quantunque, dappoichè la vita è breve, certo tu non possa seguir quella secolare trasformazione della ghianda nel gigante della foresta, così contemplando i corpi celesti dell'universo, lo HERSCHELL ti mostra di qual guisa l'*eterea sostanza* possa comporsi in nuove *stelle*, in altri *Soli* (*). La vedi diffusa in diversi ammassi: in alcuni di questi, scorgi nuclei o centri ove è più condensata: in altri questi nuclei sfolgorano di luce più scintillante: infine in parecchi altri non son più nuclei, son vere Stelle (4).

3390. La **nebulosa è sostanza cosmica** adunque; e per *cosmica* intendi lo aggregato già descritto (§ 3381) delle sostanze *materiale*, *eterea*, ed

---

(1) La brillante stella del bifolco, *Arturo*, dopo il secolo d'Ipparco, si è scostata dalle stelle vicine quant'è una volta e mezza il diametro apparente della Luna. PLINIO cautamente scrisse *stellas quas putamus affixas.*

(2) *Ce peuple-là calme et immobile ne se rencontre nulle part.* HUMBOLDT, *Cosmos*, PARIS 1851, Tom. III, pag. 3.

(3) *Sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.* GALILEO.

(*) Le nebulose vennero credute aggregazioni d'infinito numero di stelle dal GALILEO dopo avere congbietturato similmente della natura della *Via Lattea.*

(4) Congetture dell'HERSCHELL avvalorate dall'osservazione con telescopii potenti, e dalla concorde opinione del LA PLACE. *Exp. du Syst. du Monde*, II, pag. 403-4. Però quasi 3 secoli addietro TYCHO-BRAHÈ, parlando della nuova stella, di cui nel § 3410, nota (1), scrivea *Cœli materiam tenuissimam, ubique nostro visui, et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere.*

organica. Se il condensamento prevale sull'*eterea*, questa rapprendesi per formare una Stella; e la *materiale* coll'*organica*, non senza porzione dell'*eterea*, modifica la nebulosa che diviene planetaria, e condensasi in nucleo di *Cometa*, che poi tramuta in *Pianeta*. Gli è vero che a misura del perfezionamento de' telescopii il numero delle *nebulose*, per così dire, *vaporose*, diminuisce ; ma più si penetra la profondità dello spazio, e più scorgonsi altre *nebulose* non prima avvertite e che colle attuali *irreducibili* rendono probabile l'accennata cosmica formazione. Chiederai, con qual diritto presumi conchiudere per avventura che tale sia l'origine fisica de' *Pianeti* e degli *Astri*? Con quella stessa comparazione della secolare regina della foresta, che tengo immanchevole essere stata cento anni addietro una ghianda.

3391. **Nozioni speculative** (obbietterà l'agronomo), che non varranno a far crescere nel campo l'aumento d'un grano. Nozioni tuttavolta (risponderò io) che diffuse nel popolo rustico, servono ad abbattere que' pregiudizii funesti il cui minor danno è la tendenza a non prestare al campo le dovute cure e fatiche, perciocchè alla Luna ed alle Stelle se ne attribuisca ed affidi il successo. Intanto questo breve cenno di conghietture teoriche, renderà molto più intendevoli le nozioni di cui segue il fuggevole epilogo.

2. Sistema Solare.

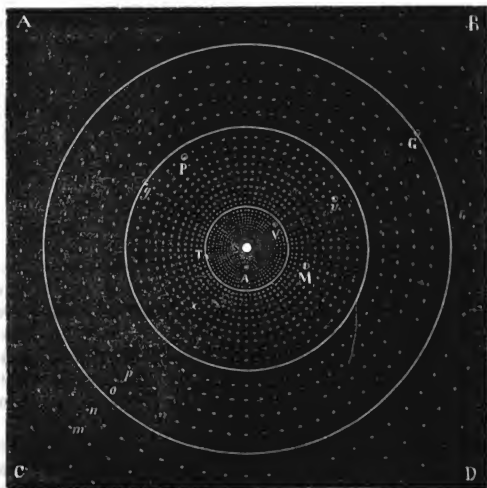
3392. L'**Immenso Cielo** che a serena notte, con sì magnifica pompa si offre meraviglioso spettacolo all'uomo di genio, come all'ingenuo bifolco che la lucente Venere attende sull'orizzonte per aggiogare i bovi aratori, quell'azzurro oceano di Stelle sembra tutto intero volgere in giro come su due perni. Di giorno per converso ti pare immobile e che soltanto il Sole d'egual foggia vi si muova. Nella notte, le vedemmo (§ 3378), alcune Stelle percorrere eguale strada del Sole; e mentre alcune spuntano all'oriente, altre ad occidente scompaiono. Molte, senz'accostarsi all'orizzonte, descrivere circoli tanto più piccoli, quanto più son vicine all'un di que' perni ossia punto che sembra immobile. Ma di tutta quest'apparenza la ragione t'è già nota (§ 3386); e quando lo sfolgorar delle Stelle s'attenua a misura che più l'aurora risplende, e ricompaiono e s'avvivano nello scemare del vespertino crepuscolo, siccome ed aurora e crepuscolo son luce di Sole, quindi chiaro apprendi che il Cielo si rimane anche nel meriggio tempestato di stelle, ma la lucentezza di queste è dal baglior di quello, offuscata. Dunque nel nostro Cielo hannovi Stelle sì di notte che di giorno, e il lor nascere e tramontare come quello del *Sole*, ci dimostrano che la *Terra* (§ 3386) ad onta di tante apparenze « *e pur si muove* ! »:

3393. **Moto di rotazione** ha perciò la *Terra* intorno a se medesima, e della sua forma e come vi adempia, dirò più innanzi. E questo moto hanno similmente *Stelle*, *Pianeti*, e il *Sole* medesimo. Ma il movimento che più specifica la natura del Sistema Solare è il

3394. **Moto di traslazione**, del quale sono investiti e la *Terra* e i *Pianeti*, e per consentimento de' più celebri Astronomi (8 3387), anco l'intero Sistema Solare, il quale significa quella migliore ipotesi, detta anche sistema del

Mondo, che contemplando l'ordinamento e la disposizione delle parti costituenti l'Universo, offre la spiegazione de'fenomeni e delle apparenze dei corpi celesti. Varie e disparate furono coteste ipotesi: dirò cenno appena della più prossima al vero, conciossiachè per matematici calcoli venga egregiamente argomentata.

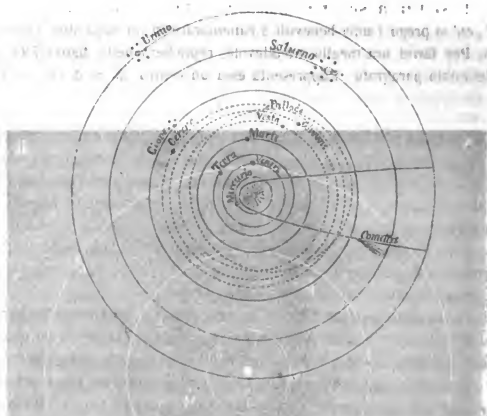
3395. Il **sistema solare** cui accenno ebbe già una prima indicazione al § 1947, ch'io prego i miei benevoli a rimemorare in un cogli altri dopo quello seguenti. Per farmi ora meglio intendevole, replicherò nella figura 792 quella stessa del citato paragrafo. Rappresenta essa un centro in S dove sta il Sole,

Fig. 792.

S il Sole	*m Mercurio*	*V Venere*
T la Terra	*M Marte*	*v Vesta*
p Pallade	*g Giunone*	*G Giove ecc.*

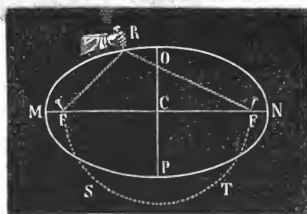
centro del sistema. Attorno figurasi in T la Terra, e quel circolo T V suppone la traccia del cammino annuo ch'essa percorre mercè il suo *moto di traslazione* (§ 3394). Del pari gli altri Pianeti richiamati dalle relative lettere nella stessa figura, descrivono l'orbite competenti alle distanze loro dal Sole.

3396. Le **orbite de' Pianeti** sono elissi, o linee ovali pressochè circolari. I *Satelliti* descrivono pure *orbite* analoghe intorno ai pianeti. Le *Comete* infine descrivono *orbite* d'altra natura, e per formarsi una qualche idea di questo sistema, giova la seguente fig. 793, nella quale per istrettezza di spazio è omessa la *Luna* satellite della *Terra*, *Nettuno* col suo satellite, non che altri

pianeti ed *asteroidi*, avendo soltanto indicati i quattro di *Giove*, gli otto di *Saturno*, e i sei di *Urano*, nonchè la traccia dell'orbita di una Cometa.

Fig. 793.

3397. La **eccentricità** de' corpi celesti, il descrivere eglino orbite elittiche anzichè circolari, come si concepisce?

Per volgare spiegazione replico, nella figura 794, quella data al § 1425 sulla costruzione della elissi. Fa supposito che la mano sia un Pianeta, una Cometa sollecitata da due centri d'attrazione F' ed F. Passato il punto O, investito

Fig. 794

l'astro della spinta d'*impulsione* (§ 1945) verso M, risente maggiormente l'attrazione di quel fuoco F vicino ad M, sull'altro fuoco F, in certa ragione inversa delle distanze del punto R dai fuochi medesimi. Nel nostro *Sistema Solare*, uno di essi fuochi o centro d'attrazione, è il Sole (o piuttosto un punto presso al me-

desimo), l'altro fuoco può essere il punto risultante da tutte le attrazioni vicendevoli dell'altre masse de' corpi celesti su quella di cui s'indaga il movimento, compresa la parte d'influenza che dee esercitare il centro di gravità universale del *Sistema Cosmico* (§ 1977, 1°). Non saprei se questa spiegazione meriti indulgente sorriso dagli Astronomi: essa tuttavia logicamente discende dalla *reciprocanza d'attraimento* statuita dal NEWTON, sottilmente riformata dal CAVENDISH, e nel § 1996 dischiarata.

3398. Le riportate figure sono abbozzi imperfettissimi, ed appena vi è indicato alcuno de' corpi celesti del nostro Sistema Solare. Oltrechè sarebbe inutile il disegno della sfera celeste reale (1), non se ne trarrebbe alcuna idea di regolare disposizione dei corpi medesimi nella immensità dello spazio. Il mondo delle formazioni celesti deve essere coll'HUMBOLDT accettato come un fatto (2). I rapporti di grandezze assolute, e di posizioni relative, la durata delle rotazioni, l'eccentricità, ed aggiugniamo le distanze dal centro, non sono *necessità* nella Natura più di quanto la distribuzione dell'acque e delle terre alla superficie del nostro globo, i contorni de' suoi continenti, l'altezza delle sue catene di montagne, le varie profondità de' suoi mari. Sono tutti fatti gli uni e gli altri, naturali e prodotti dal conflitto di forze molteplici che hanno agito in tempi immensamente remoti, e in condizioni affatto sconosciute.

3399. **L'uomo sulla Terra è un punto impercettibile**: la *Terra* lo è similmente a confronto del *Sole* un milione di volte di lei maggiore, ma il *Sole* con tutto il suo Sistema, impiccolisce del pari a petto dell'immensità del firmamento, tra le miriadi d'astri di cui è popolato. Per esprimere la misura di qualche guisa delle enormi distanze di quelle migliaia d'altri *Soli*, l'unità di cui valgonsi gli astronomi è la distanza della *Terra* dal *Sole*, un modulo, una pertica lunga 38 milioni di leghe! (3) Ma quanto più risulta la picciolezza dell'essere intelligente destinato ad una istantanea apparizione su questo minimo grano di sabbia che chiamiamo *Terra*, in mezzo a questo limitato spazio che diciamo *Sistema Solare*, se l'Astronomia assegna inevitabilmente all'uomo un posto impercettibile nel mondo materiale, d'altra parte gli decreta un seggio proporzionalmente immenso nel mondo delle idee. Se molti e grandi fenomeni rimangono, come PLINIO esprime, inviluppati nella maestà della Natura, questa maestà medesima il genio dell'uomo ha saputo sorprenderla ed apprezzare.

[4] Sole.

3400. Quel **magnifico globo** che vivifica il mondo, quell'astro maggiore, senza la cui presenza non sarebbe possibile alcuna esistenza, quel Sole insomma dalla cui virtù luminosa e calorifera hanno prospero o misero successo

---

(1) Intendo secondo il *Sistema Solare*, giacchè quella prodotta nella fig. 791 si riferisce al moto apparente del Cielo supponendo la Terra nel centro.

(2) HUMBOLDT, COSMOS. MILAN 1846. Prem. P., pag. 74.

(3) *Certaines étoiles sont reculées jusqu'à des distances que la lumière* (che ha una velocità di 77 mila leghe per minuto secondo) *ne franchirait pas en moins d'un million d'années*. ARAGO, Biographie de J.-S. BAILLY. Ann. pour l'An. 1853.

gli sforzi dell'agricoltore, non ha meno di oltre 14 mila 109 miriametri di diametro, e benchè così immenso, gira attorno al suo asse come gli oscuri Pianeti. Infatti, riguardandolo attentamente, mercè un foro di spillo in un foglio di carta, si veggono in esso macchie le quali scompaiono, restano invisibili alcun tempo, e poi ricompaiono dall'opposto lato.

3401. Il **Sole degli antichi** era un globo di fuoco. Dopo che per GALILEO si conobbero le sue macchie, e queste si fanno ora più intense ora meno, mutano dimensione, si riuniscono; dopochè si trovò nella sua parte luminosa non dotato di uniforme apparenza, si è conghietturato essere il Sole un corpo non luminoso, ma dotato d'atmosfera luminosissima. Anzi si può ancora supporre centro della *Sostanza eterea* sparsa per tutto lo spazio universo, che allora si renda manifesta quando riceve quel moto d'*impulsione* di cui il Sole sarebbe l'autore di quella guisa che la Terra pei corpi terrestri è centro e causa d'attrazione. Così quando gli antichi dissero creata prima la Luce, e il Sole di poi, secondo le moderne teoriche intorno alla luce avrebbero detto benissimo. Certo è che il Sole non può riconoscersi da noi se abbia diminuito nella sua emanazione di sostanza, o di movimento luminoso, e quell'atmosfera splendente di cui sembra circondato sarebbe unicamente la stessa sostanza o onda luminosa la quale distendendosi all'intorno per ogni verso, se deve riuscire tanto meno intensa quanto più dista dal Sole, tanto deve essere più energica o più densa quanto è più di presso al medesimo.

3402. **L'eclittica** costituisce la linea che il Sole sembra percorrere annualmente nel Cielo, come venne or ora dichiarato, e forma coll'equatore un angolo di 23° 27′. Essa si estende a traverso dodici *costellazioni* (§ 3416) che si chiamano i *dodici segni*, la cui successione forma quella specie di fascia o cintura larga allo incirca 17 gradi, detta lo ZODIACO. Il *Sole* impiega un mese a percorrere ciascuno di essi segni o costellazioni, i cui nomi sono espressi in questo distico (1).

Sunt **Aries, Taurus, Gemini**, CANCER, LEO, VIRGO,
Libraque, Scorpius, Arcitenens, *Caper, Amphora, Pisces.*

Come distinguono i caratteri diversi, si succedono cotesti segni, e corrispondono alle stagioni di

Primavera = *Ariete, Toro, Gemini;*
Estate = *Cancro, Leone, Vergine;*
Autunno = *Bilancia, Scorpione, Sagittario;*
Inverno = *Capricornò, Acquario, Pesci.*

Stimo inutile ripetere che il movimento del *Sole* è apparente, come quello delle Stelle, essendo invece l'effetto del movimento della *Terra*.

3403. **L'equinozio** accade quando il Sole scorgesi da noi nell'equatore, e rischiara egualmente i due terrestri emisferi, lo che succede in primavera ed in autunno, cioè quando trovasi ne' due punti d'intersezione della *eclittica* coll'*equatore*. Da quello di *Primavera*, dice COLUMELLA, che avviene li 25 marzo

(1) Questi due famosi versi fanno parte del celebre poema astronomico dell'AMIANO, intitolato *Computus manualis*, pubblicato ne' primi anni del XVI secolo.

nell'ottavo grado dell'*Ariete*, fino al sorgere delle *Plejadi* si contano 48 giorni di primavera (1). Indica poi l'*equinozio* d'*Autunno* pel 26 di settembre.

L' *equinozio* non accade in un punto invariabile: ad esempio, sempre ad eguale distanza da *Sirio*. Cotesto punto procede costantemente verso occidente. Perciò il ritorno del Sole allo stesso equinozio anticipa ogni anno per 20 minuti circa. Questo fenomeno chiamasi *Precessione degli equinozii*.

3404. Il **solstizio**. Al cominciare di primavera il Sole trovasi nel *punto equinoziale* (§ 3403), di poi sembra allontanarsi dall'equatore, e ravvicinarsi al nostro *polo* durante tre mesi. Giunto a distanza di 23° 1|2 dall'equatore, pare che s'arresti, e diresti che il *Sole sta*, onde il nome di *solstizio*. Quindi comincia a riaccostarsi all'equatore, e passa dall'altro lato di questa linea, lasciando dietro a sè l'*equinozio d'autunno*, e prosegue allontanandosi da noi fino ad egual misura di 23° 1|2, ove s'arresta col *solstizio d'inverno*.

Dal levar delle *Pleiadi* sino al solstizio che accade alla fine di giugno, circa l'ottavo grado del *Cancro*, dice COLUMELLA (2), gli alveari fanno sciame, e nota 30 giorni dal nascere della *canicola*.

Poscia che il *Sole* ha sostato apparentemente al punto del *solstizio d'inverno*, ci sembra retrocedere sino all'*equatore*, ove ripetesi l'*equinozio di primavera*, di cui s'è detto nel § 3403. Adunque pei due *solstizii* e pei due *equinozii* scompartesi l'apparente viaggio del *Sole* in quattro parti eguali che formano le quattro stagioni.

3405. Le **macchie del Sole**, perciocchè porzioni di esso assai meno luminose (§ 2555), hanno una influenza sulla *Terra*, che prenderò ad esame nel seguente LIBRO. Battista BALIANI, in una lettera a GALILEO, le considera come causa di un abbassamento nella temperatura che dal GAUTIER si è calcolato a meno di mezzo grado (0,42 C.); frazione che per la sua poca importanza, secondo l'HUMBOLDT, può anche derivare da errori d'osservazione, o dalla direzione dei venti (3). Queste macchie di rado si mostrano verso l'equatore solare, e mancano affatto nelle sue regioni polari (4). Alcune di queste macchie sono apparse di un diametro maggiore di quello della *Terra*. Il fatto che certe *macchie* cangiano di posto sulla superficie del *Sole*, dimostra che regna in questo globo un movimento, una specie di combustione che viene validamente conghietturata per la tumultuosa formazione di *macchie*, di *facule*, *luculi*, *strie* (5), di cavità e di prominenze. Nel 1645 accadde tale apparizione di *macchie* che coprì un terzo del *Sole*. Traesi poi pel medesimo altro argomento di mutabilità, dalla differenza di calore della sua superficie, giacchè, come rilevarono Luca VALERIO

---

(1) COLUMELLÆ. *De R. R.* Lib. IX, Cap. XIV, 1. Secondo i calcoli del PFAFF, come riporta lo SCHNEIDER, questo numero si riferisce al Cielo d'ATENE, e discorda per 12 giorni da quello di ROMA.

(2) COLUM. loc. cit., Lib. IX, Cap. XIV.

(3) Lo SCHWABE, dietro osservazioni barometriche e termometriche, replicate tre volte al giorno, conchiude non ammettendo alcuna influenza nelle macchie *solari* sull'annua temperatura.

(4) Il GALILEO non solo scoperse le macchie solari (nel febbraio 1610), ma fu il primo a dedurne il fatto della rotazione del *Sole* intorno a se stesso.

(5) Lè *facule*, quasi fiaccole, sono macchie più luminose; i *luculi* crespe, e le *strie* scanalature, parimente di più vivo splendore. Intorno queste ultime vedi la nota 2, al §. 2576 della FISICA AGRARIA.

e Ferdinando CESI, i raggi solari emanati dal centro sono più gagliardi che non quelli del contorno, siccome ha confermato di recente il P. SECCHI da ROMA (1).

5406. **L'immenso globo del Sole** (2), focolare principale dei movimenti del Sistema Solare (3), rotola sovra se stesso in venticinque giorni e mezzo. La sua superficie è coperta, come esprime il LA PLACE, da un oceano di sostanza luminosa (4). Al di là muovonsi i Pianeti in orbite quasi circolari con piani poco inclinati all'equatore Solare. Innumerevoli Comete vanno accostandosi al *Sole* per allontanarsene a distanze che dimostrano estendersi il di lui impero molto più lungi dei limiti conosciuti del sistema planetario. Non solo quest'Astro agisce colla sua attrazione sovra cotesti globi forzandoli a moversi attorno di lui, ma spande su di essi la sua luce, il suo calore. La di lui benefica azione fa venire alla luce gli animali e le piante onde copresi la *Terra*, e l'analogia (continua il LA PLACE) ne induce a crederla produttrice di simiglianti effetti sugli altri Pianeti. Infatti natural cosa è pensare che la sostanza, la cui fecondità veggiamo svolgersi per tante guise, non sia sterile sovra sì grosso Pianeta quanto Giove, il quale, come il globo terrestre, conta i suoi giorni, sue notti, e suoi anni, e sul quale le osservazioni rivelano cambiamenti che suppongono forze attivissime. L'uomo, fatto per la temperatura di cui gode sulla Terra, non potrebbe vivere per avventura sovr'altri Pianeti: ma non dee esservi una infinità d'organamenti relativi alle diverse temperature dei globi di questo universo? Se la sola differenza di elementi e di climi genera tante varietà nelle produzioni terrestri, quanto più dovranno differire quelle de' diversi Pianeti e dei loro Satelliti? L'immaginazione più ardente non può farsene alcuna idea: ma l'esistenza

---

(1) Le macchie del Sole meritano che non si dimentichi l'esposto al § 2520. L'influenza delle diverse posizioni sul magnetismo terrestre è dimostrata dal FARADAY con un' annua variazione dipendente dalla situazione relativa del Sole e della Terra. Oltracciò non si dimentichino le osservazioni riportate nella nota 3, del §. 2469. Sulla relazione che hanno le macchie del Sole col magnetismo concordano lo SCHWABE, il SABINE, il WOLF, il GAUTIER, ecc. e lo STEVENSON ha dimostrato la loro coincidenza coll'aurore boreali.

(2) Il *diametro* del *Sole* è 112 volte maggiore di quello della *Terra*.

Si compone: 1° d'un globo centrale quasi oscuro;

2° d'un immenso strato di nuvolaglia che lo inviluppa ovunque;

3° d'una atmosfera di luce, o *fotosfera*;

4° di un altro strato di nebulosità che interrompono esternamente la continuità della *fotosfera*, essendo sovrapposte alla medesima.

Questo concetto de' moderni astronomi sulla fisica costituzione del *Sole* è rivendicato dall'HUMBOLDT a Nicolò di CUSA, descritto quasi tre secoli addietro nel suo Libro *de Docta Ignorantia*. Domenico CASSINI fu però il primo a dimostrare la necessità di supporre il Sole composto di un globo oscuro circondato da una *fotosfera*.

La massa del *Sole* sarebbe quasi 360 mila volte maggiore della massa terrestre, onde la densità del *Sole* sarebbe un quarto (0,252) di quella della *Terra*.

Il volume è 600 volte maggiore di quello riunito di tutti i 22 pianeti noti.

Il *Sole* rotola attorno a se stesso come la *Terra*: questa però compie la sua rotazione in 24 ore ed il *Sole* v'impiega 25 giorni, 8 ore e 9 minuti.

(3) *Lucerna mundi* è detto il *Sole* da COPERNICO e *Cuore dell'Universo* da TEONE di SMIRNE. Di lui dicea PLINIO il vecchio: *Cœli tristitiam discutit Sol et humani nubila animi serenat.*

(4) Il Sole con questa teorica non sarebbe una pura *fotosfera* gasosa, ossia atmosfera di luce, secondo l'opinione dell'ARAGO (§. 2586), ma un pianeta esso pure, immenso, e tendente con secolar moto verso il centro del *sistema cosmico*, nel quale la *sostanza eterea* predominerebbe sommamente alla *sostanza materiale*, mentre l'opposito avverasi nella *Terra* e negli altri pianeti del *sistema solare*. Si rimemori l'ipotesi del NASMITH al §. 2525, in nota, e veggasi la precedente (1).

loro vuolsi per lo meno assai verosimile (1), in ispecie per quei Pianeti che si possono riscontrare dotati di un'atmosfera.

3407. **Più altre nozioni intorno al Sole** sarebbero superflue per l'agricoltore e della sua influenza come calore e come luce s'è già dianzi discorso (CAP. VII e IX). Il più rozzo villico sa che il Sole riscalda, e solo riscalda quando illumina; però allorchè una pianta vien colpita a lungo dal *Sole*, col dipartirsi della luce, il calore non si prontamente si diparte; della stessa guisa un corpo qualsiasi, una tavola esposta al *Sole* per parecchie ore, anche dopo il suo tramonto conserva un riscaldamento sensibile. Quindi l'influenza del calore Solare sulla *Terra* non tanto si manifesta per la sua intensione, quanto per la durata della presenza del Sole sull'orizzonte. Quanto più lunghi i giorni, altrettanto più calda la stagione, perchè nella notte la *Terra* non perde tutto il calore acquistato nel giorno, mentre l'opposito succede quando i giorni men lunghi delle notti.

3408. La **meteorologia** e la **climatologia** (LIBRO II) ne porgeranno l'opportunità di riparlare dell'*obliquità dell'eclittica*, della possibile influenza delle macchie del Sole e d'altre nozioni spettanti al grand'astro medesimo, nel quale assai più che nella *Luna* dovrebbe il coltivatore riconoscere la sorgente dei fenomeni più importanti nello sviluppo della vegetazione.

[3] Gli Astri.

3409. La **distanza delle stelle dalla Terra** è tale che la più vicina si calcolò dal BESSEL 657000 volte lontana da noi quanto il *Sole*. La luce del Sole impiega poco più di mezzo quarto d'ora (8^m, 17^s, 78) per giugnere a noi, essendo la sua velocità di oltre quattro milioni di leghe per minuto. Quindi la luce di quella stella più vicina impiegherebbe 357000 grossi quarti d'ora, ossiano più di 10 anni per arrivare alla Terra. Ma ve ne sono infinite a distanza immensamente maggiore; dunque impiegherebbero 12, 15, 20 anni ecc. ed alcune della *Via Lattea* anche oltre 2000. Perciò quando gli antichi volevano predestinata una stella al nascer d'ogni uomo, questa avrebbe dovuto prepararsi ad esercitare la sua influenza dieci o venti anni prima che nascesse! Saviissimo però ESIODO, il quale dopo aver prescritto:

> Alla messe t'apresta allor che s'erge
> Il segno delle Pleiadi d'Atlante (2)
> E all'aratura quando in mar s'immerge,

limita appunto di certa guisa le relazioni che l'agricoltura può aver colle stelle con questo precetto:

> Compi i lavori che negli Astri scritto
> Hanno gli Dei per nostra ricordanza (3).

---

(1) LA PLACE. *Expos. du Syst du Monde*. PARIS, 5. Ediz., Tom. II, pag. 391 e 392.

(2) Le PLEJADI, o costellazione de' naviganti, hanno il loro *nascere eliaco* per la regione del Mediterraneo nel maggio, e il *tramonto eliaco* nel novembre. *Eliaco* dicesi del sorgere e tramontare ne' raggi del Sole, onde n'è impedita l'osservazione. *Alcione*, la più bella delle *Plejadi*, sarebbe secondo il MOEDLER il centro di gravità generale di tutto l'universo.

(3) ΗΣΙΟΔΟΥ ΕΡΓΑ ΚΑΙ ΗΜΕΡΑΙ, 383 ecc. e V. 398.

5410. Stelle temporanee furono in varie epoche vedute, le quali dopo aver brillato alcun tempo con vivo splendore, disparvero (1). Forse si deono ritenere tra le *cangianti* a lunghissimo periodo (2).

5411. Stelle cangianti o periodiche, le quali ora sono splendenti, ora divengono per alcun tempo invisibili. Forse la luce ne viene intercettata da qualche loro pianeta la cui orbita coincide col piano che passerebbe per la nostra linea visuale diretta alla Stella, ovvero esistono, come nel *Sole*, grandi macchie nella Stella medesima.

5412. Stelle doppie, triple, moltiple, sono gruppi di due o più stelle, che ad occhio nudo sembrano una stella sola, ma coi telescopii si sdoppiano. Ce ne offrono esempii le seguenti figure **795** e **796**. Alcune di esse formano veri sistemi di stelle, perchè le più piccole, come scopriva W. HERSCHELL, girano attorno alla più grande. Questi aggregati di stelle, come le *Pleiadi* ecc. agevolmente si spiegano pel concetto del § **5390**, facendole provenire da nebulose a tanti nuclei quante sono le stelle in quei gruppi collegate.

Fig. 795. Fig. 796.

5413. Le **stelle colorate**, probabilmente appariscono tali quando il fenomeno accade in una delle doppie (3). Tuttavia vuolsi notare il cambiamento di colore di varie stelle. *Sirio*, ai tempi di TOLOMEO, color di fuoco, oggi splende di bianca luce. Del resto il colore aiuta a distinguere le stelle. La *Polare* è giallognola, *Arturo*, rossastro ecc.

5414. Stelle oscure, forse in numero grandissimo esistono nel firmamento, secondo il grande astronomo BESSEL, ed il grande geometra LA PLACE (4) e come gli antichi greci presentirono. Si distinguono dai pianeti in quanto che questi sono *erranti*, girano attorno ad altro corpo, mentre quelle stelle opache sarebbero in gran parte centro esse medesime d'attrazione intorno a cui roterebbero corpi luminosi. Ammesso che esistano, non ponno trovarsi che fuori della cerchia del nostro sistema di pianeti e comete.

5415. Costellazioni furono denominati i gruppi più rimarchevoli di *stelle fisse*, e per aiutare la memoria vi fu annessa l'idea di forme d'uomini, d'animali, di strumenti ecc. Tutti conoscono il *Carro* ossia l'Orsa maggiore degli astronomi (§ **5377**) ed altre quali ponno riscontrarsi nella fig. **797**.

5416. I **nomi delle costellazioni** furono scelti dagli antichi, almeno per le principali (§ 5409), con qualche scopo; quelli assegnati dai moderni con

---

(1) Tra le *Stelle temporanee* è celebre quella descritta da TYCHO-BRAHÉ, che scomparse nel marzo 1574, dopo aver brillato per 17 mesi.

(2) L'apparizione di stelle fu osservata molte volte: e fu celebre quella apparsa nel 1604, illustrata con tre lezioni da GALILEO, e da *Considerazioni*, ecc. del MAURI. Del 1672 il MONTANARI scoperse e notò la sparizione di un centinaio di stelle. La stella dell'*Idra* venne la prima volta osservata (1704) dal MARALDI.

(3) La nebulosa scoperta dal LA CAILLE presso la *Croce del Sud*, esplorata di poi con forti telescopii, si trovò composta di oltre cento stelle diversamente colorate, rosse, verdi, azzurre, ecc.

(4) *Il existe..... dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables, et peut-être en aussi grand nombre que les étoiles.* LA PLACE. *Exp. du Syst. du Monde*, pag. 395.

niuno. L'*ariete*, il *toro*, e i *gemelli* rappresentati da due piccole capre, indicavan l'epoca del figliare delle pecore, delle vacche e delle capre. Il *cancro* ossia granchio, significava il ritorno del Sole sovra se stesso: il *leone* come animale dei paesi caldi, l'ardore de' giorni della canicola: la *vergine* disegnavasi quale mietitrice con un pugno di spiche, per annunziare l'epoca della messe: la *bilancia* per l'eguaglianza de' giorni colle notti: lo *scorpione*, per le malattie frequenti nel novembre: il *sagittario*, la stagione della caccia: il *capricorno*, il rimontar del Sole verso l'equatore: l'*acquaio*, l'invernale stagione delle pioggie: i *pesci*, il miglior tempo di pescare. Queste costellazioni quali si notarono (§ 3402) nello zodiaco, hanno segni o simboli che giova conoscere

Primavera — *Ariete* ♈; *Toro* ♉; *Gemelli* ♊.

Estate — *Cancro* ♋; *Leone* ♌; *Vergine* ♍.

Autunno — *Libbra* ♎, *Scorpione* ♏; *Sagittario* ♐.

Inverno — *Capricorno* ♑; *Acquaio* ♒; *Pesci* ♓.

Cotesti segni apposti a ciascun mese, cioè ♈ a marzo, ♉ ad aprile e via dicendo, ricordano di questo modo la condizione più importante del mese medesimo.

Fa mestieri però distinguere nello *Zodiaco* le *costellazioni* dai *segni* delle medesime. Retrogradando ogni anno gli *equinozii* (§ 3403), i punti equinoziali compiono un' intera rivoluzione in 25868 anni. Così l'*Ariete* non si trova più rispondente all'equinozio di primavera. Invece si è convenuto di lasciare ai *segni* dello zodiaco gli antichi nomi, ai quali in realtà più non corrispondono. Ad esempio, dicesi che il tal fenomeno succede nel *segno* dell'Ariete, ed anzichè in questa *costellazione*, accade in quella de' Pesci.

3417. La **cognizione delle stelle** non è tanto indifferente per l'agricoltore quanto a taluno si paia. Non dirò se lo *assiderare* degli alberi, di cui TEOFRASTO (1) espressamente ragiona, si volesse ripetere da mala influenza delle stelle (*sideratio*) come gli effetti analoghi di cui dirò più innanzi, attribuiti con eguale incolpabilità alla *Luna rossa* (§ 3449), avvertirò solo quanto, seguendo ESIODO (§ 3409), si valessero gli antichi della osservazione degli astri per fissar l'epoche de' lavori. Non ne trarrò altri esempi che da VIRGILIO:

> E se la terra non sarà feconda
> Rigarla converrà di picciol rigo
> Al nascere di *Arturo* (2).

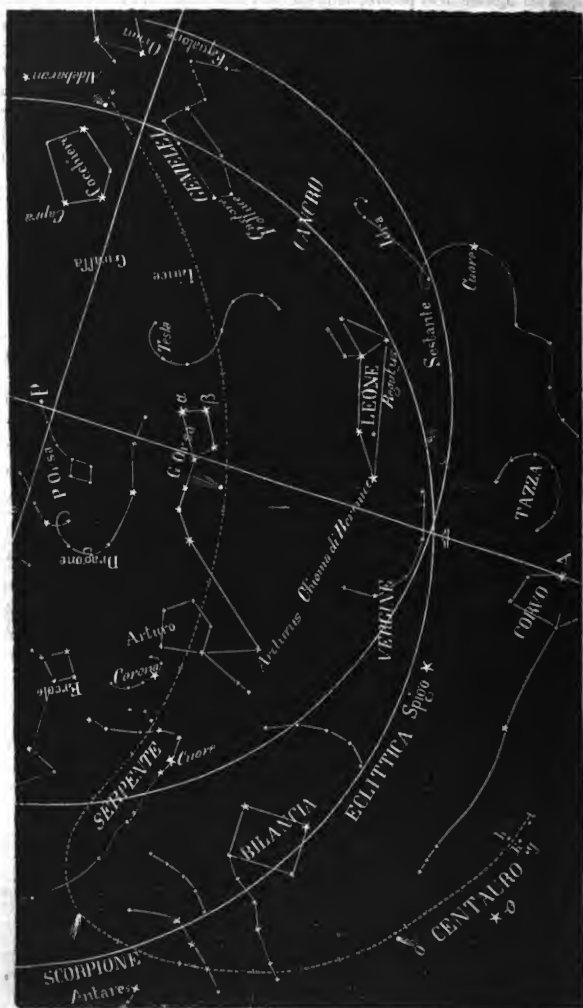
E specialmente insiste ripetendo:

> Alla stella d'*Arturo*, agricoltori
> Ponete mente, e all'ora che i *Capretti*
> Sorgono e secco il lucido *Serpente* (3).

Indi soggiugne:

> Nella stagion che la *Bilancia* sdegna
> Il sonno e la vigilia, e parte l'ore
> Sì che le notti al mezzodì sen vanno,
> O valorosi, immantinente i vostri
> Tauri esortate (4).

(1) THEOPHRASTI. *De Causis Plantarum*, Lib. V.
(2) (3) (4) VIRGILIO delle Georgiche, Lib. I. Volgariz. STROCCHI.

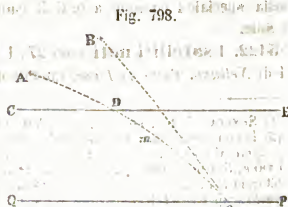
Fig. 797.

Nè finirei più se aggiugnessi i precetti del Poeta di seminare le fave e la medica

> Quando alla primavera con l'aurate
> Corna, il candido *Toro* apre la porta
> E all'astro opposto il *Can* cede e tramonta (1).

e via similmente pel seminare il frumento (2) ed altre faccende, siccome verrà il destro toccando delle medesime.

3418. **Per trovare una stella** delle principali, o una *costellazione* havvi un mezzo semplicissimo, se posseggasi una carta ben fatta della Sfera Celeste. La figura 797 aiuta a comprenderlo, offerendo idea in pari tempo dell'*Equatore*, della *Eclitica*, e del viaggio della cometa d'HALLEY, di cui porzione raffigurasi dalla linea punteggiata. Partiamoci dal *Carro* o grande Orsa, di cui sono pel volgo *ruote di dietro* α e β, costellazione di 7 stelle che una volta riconosciuta, si rinviene sempre agevolmente. Immaginando una linea che spiccandosi da β passi per l'α, s'incontra in una stella P che è la *Polare*, così detta perchè prossima al Polo, e che sembra immobile, come addietro s'è detto. La Polare forma poi la punta del timone del piccolo *Carro* ossia dell'*Orsa minore*. Chi abbia una carta più estesa prolungando la stessa linea trova la *Gran Croce* o *Pegaso*, ampio quadrato di quattro stelle. Nella nostra figura, prolungandola dall'altro lato, incontrasi nella costellazione del *Leone*. Per trovare i *Gemelli*, si protrae la diagonale del quadrilatero del *Carro*, che passa per la stella β, mentre la diagonale che si stacchi dall'α soccorre a trovare la *Spiga* nella costellazione della *Vergine* ecc. La figura stessa dimostra come possa trovarsi la stella *Aldebaran* molto vicina alle *Pleiadi* ecc.

3419. **Avvertenza**. Gli *Astri*, intendi *Sole, Stelle, Pianeti* ecc. non sono nel preciso punto dove li vediamo, in fuori di qualche favorevole circostanza in cui si trovino esattamente al nostro *zenith*. Gli studii fatti nella FISICA AGRARIA (§§ 2348, 2349) ne porgono la ragione. Quindi chiamarono gli astronomi *aberrazione* il moto apparente delle Stelle, le quali in certe epoche dell'anno presentano l'enunciato deviamento. La fig. 798 chiarisce all'istante il fenomeno. Un astro in A dirige la sua luce secondo la linea A D, che in causa del mezzo costituito dall'atmosfera devia incurvandosi a forma della D O. L'osservatore, in O vedrà l'astro A, ma per la ragione esposta al citato § 2348 ne riferirà la posizione in B, dove gli sembrerà realmente situata la stella. Trapasso altre considerazioni, bastandomi non aver ommesso la presente, perchè d'importante applicazione ne' successivi studii meteorici.

Fig. 798.

(1) VIRGILIO. Le Georgiche, LIB: I, Volg. DEL BENE.
(2) Sull'autorità di VIRGILIO, COLUMELLA prescrive che i giorni per seminare il frumento sono 44, dal tramonto delle Pleiadi ch'è ai 20 d'ottobre sino al solstizio brumale COLUM. loc. cit., Cap. VIII del Libro II) intorno a che sarà da ridire a suo luogo.

[6] I Pianeti.

3420. **Sole cinque stelle erranti o pianeti** noverava Seneca, e chiedeva se fosse possibile rinvenirne qualch'altro (1). Se ne scoprì un altro, ed erano **6** in tutto, sino al **17** Marzo **1781**. Di poi alla fine del Luglio **1854** se ne contavano **37**, cioè **8** maggiori, che noterò in carattere maiuscolo, ed altri **29** minori, detti anche *asteroidi*. Eccoli, la maggior parte secondo l'ordine della loro distanza dal Sole, e salvo rispetto al loro numero, quanto ho premesso nella Fisica Agraria al § **2577**.

Mercurio, Venere, Terra, Marte ;

Flora, *Vittoria*, *Vesta*, *Iride*, *Metide*, *Ebe*, *Partenope* , *Irene*, *Astrea*, *Egeria*, *Giunone*, *Cerere*, *Pallade*, *Igia*, *Eunomia*, *Psiche*, *Teti*, *Melpomene*, *Fortuna*, *Massalia*, *Lutezia*, *Temi*, *Focea*, *Proserpina*, *Talia*, *Euterpe* , *Bellona*, *Amfitride*, ed altro scoperto dall'Hind (2) ;

Giove, Saturno, Urano, Nettuno.

I *Pianeti* sono corpi opachi, illuminati dal Sole, ma capaci di risplendere alquanto di luce propria, lo che conferma la costituzione fisica loro assegnata nel § **3381**. Quando trovansi in posizione tra la *Terra* e il *Sole*, diconsi in *congiunzione* ; quando invece la *Terra* trovasi tra essi e il *Sole*, diconsi in *opposizione* (3).

3421. La **stabilità del Sistema Planetario** è fondata su condizioni rilevantissime; il muoversi e pianeti e satelliti nel medesimo senso; allo incirca nel medesimo piano; ed in orbite pressochè circolari. Attratti dal *Sole*, non possono spostarsi dalla loro orbita per la ragione premessa al § **1945**, e così bene specificata da Plutarco, parlando della Luna (4). Questo loro movimento è *diretto*, cioè da *occidente* in *oriente*, quando si contempla il Cielo colla faccia rivolta verso il mezzogiorno. Ma occorre il telescopio per vedere tutti i pianeti oltre i sei noti agli antichi, cioè *Mercurio*, *Venere*, *Terra*, *Marte*, *Giove* *Saturno*, onde accennerò soltanto le singolarità notevoli di alcuno de' medesimi, avvertendo intanto di rimemorare i Problemi XCI e XCIV del Cap. V intorno quella specialità comune a tutti di camminare nel medesimo senso attorno al Sole.

3422. **I satelliti noti** sono **27**; **1** della *Terra*, **4** di *Giove*, **8** di *Saturno*, **14** di *Nettuno*. Come la *Luna*, satellite della *Terra*, gli altri eziandio mostrano

---

(1) Seneca. *Natur. Quaest* , Tom. VII, Cap. XXIV.

(2) Ecco i nomi degli scopritori de' pianeti più recenti :
Temi (Gasparis, 6 aprile 1853); *Focèa* (Chacornac, 6 aprile 1853); *Proserpina* (Luther, 5 maggio 1853); *Talia* (Hind, 15 dicembre 1852); *Euterpe* (Hind, 8 novembre 1853); la *Bellona* (Luther, 1º marzo 1854); l'*Amfitrite* (Marth, 1º marzo 1854); altro *Pianeta* scoperto dall'Hind (22 luglio 1854).

(3) Intorno ai *Pianeti* il Magini del 1609, produsse tra le sue Tavole astronomiche una lodatissima sui movimenti diurni de' medesimi. Del 1610 Galileo scoprì la figura *falcata* di *Venere*, la protuberanza di *Mercurio*; del 1667 il Cassini scoprì la rotazione di *Venere* e di *Marte*, e del 1675 la *fascia* di *Saturno*.

(4) « La *Luna* ha tuttavia un aiuto contro la forza che la sollecita a cadere : egli è « il suo stesso movimento, e la rapidità della sua rivoluzione, come gli oggetti attaccati « al capo della fionda non possono cadere in causa del movimento rotatorio che li tra« scina ». Plutarco, *De Facie in orbe Lunae*, pag 923.

sempre la stessa faccia al Pianeta principale intorno a cui s'aggirano. Più innanzi dirò del satellite più interessante, cioè della *Luna*, poco o nulla importando per l'agricoltore la telescopica esistenza degli altri.

3423. **Marte**, pianeta schiacciato, di diametro poco superiore al raggio della *Terra* (0,519), e di pressochè uguale densità (0,958) è singolarmente vicino alla *Terra*, ed offre la particolarità di due macchie color di neve ai suoi poli, scoperte nel **1716** dal MARALDI, ed in relazione colle variazioni di clima, come notò W. HERSCHELL nel 1784. Alcune altre osservazioni rendono probabile ch'ei sia dotato d'atmosfera.

3424. **Giove** è rimarchevole perchè dotato di 4 Lune (1).

3425. **Saturno** presenta, oltre il corteggio di 8 satelliti, il fenomeno unico di esser cinto di un doppio anello, dal BOND e PEIRCE calcolato di materia fluida, il quale gira da occidente in oriente attorno ad un asse che passa per Saturno, intantochè questo gira attorno all'asse medesimo, colle sue cinque liste che rilevansi alla sua superficie. La fig. 799 offre un'idea di questo corpo celeste.

Fig. 799.

3426. **Venere**, il pianeta che più rassomiglia alla *Terra*, ha montagne, ed un'atmosfera. La bianchezza e vivacità del suo splendore la rende qualche volta visibile anche di giorno. Per 40 settimane appare come *stella del mattino*, onde la chiamano con questo nome, o anche con quelli di *stella del pastore*, e di *Lucifero*. Per altre 40 settimane appare dopo il tramonto del Sole, e dicesi *stella della sera*, o anche *Vespero* (2).

3427. **Nettuno** vuolsi memorare all'agronomo perchè acquisti fede negli astronomi quando affermano l'improbabilità di urti di comete, e simili dubbii di disordinamento nel mondo attuale. Oltre il merito e diritto all'altrui fiducia che ha la scienza dell'Astronomia, additandoci con estrema esattezza le fasi lunari, l'Eclissi, il periodico ritorno di Comete ecc., nello scoprire *Nettuno* ha offerto questo singolare portento. Il LE-VERRIER con arditissima divinazione e con calcoli profondissimi, un bel giorno ha detto: in quella plaga, anzi in quel punto preciso del Cielo dee esistere un pianeta con tal massa, volume, rivoluzione ecc.: e non guari dopo (26 Sett. 1846), il GALL da BERLINO, indagando in quella plaga e in quel punto, con le preconizzate condizioni ve l'ha rinvenuto.

La scoperta del pianeta *Cerere* fatta dal PIAZZI nel 1801 al primo dell'anno, sarebbe meritevole d'egual elogio come quella del LE VERRIER, conciossiachè *Cerere* fu rinvenuta nel luogo in cui il KEPLER affermava dovervi esistere, (cioè tra *Marte* e *Giove*) per l'armonia del *sistema solare*. Ma ne sorge dubbio dappoichè il PIAZZI stimò *Cerere* una *Cometa*, e fu solo dall'ORIANI, un mese dopo, riconosciuta per un *Pianeta*.

---

(1) I satelliti di Giove furono scoperti dal Galileo li 7 gennaio 1610, credendoli stelle. Nel dì 11 li riconobbe per tre satelliti, nel 12 scoperse il quarto.

(2) *Nosque ubi primus equis oriens afflavit anhelis*
Illic sera rubens accendit lumina Vesper
VIRGILIO. *Georg.*, Lib. I, 249 50.

3428. I **Pianeti**, come si parrà dal fuggevol cenno che n'ho fatto, in gran parte sono i corpi celesti che offrono mutamenti importanti. Il doppio anello di *Saturno*, per recenti osservazioni del BOND negli STATI-UNITI, e del DAWES in INGHILTERRA, si è riconosciuto fornito di un terzo anello meno lucente degli altri due, de' quali il più interno s'accosta sempre più al suo *Pianeta*, come ha rilevato lo STRUVE, a di cui stima per avventura tra poche diecine d'anni s'avranno a scorgere anelli e Pianeta formare tutt'uno. Ora noterò i segni coi quali soglionsi distinguere i Pianeti, non che il Sole, affinchè trovandoli in almanacchi o altri libri, s'abbiano a comprendere.

TERRA ♁; LUNA ☾; SOLE ☉; MERCURIO ☿, VENERE ♀; MARTE ♂; GIUNONE ⚵; CERERE ⚳; PALLADE ⚴; VESTA ⚶; GIOVE ♃; SATURNO ♄; URANO ♅, ecc. (1).

Cotali segni poi vengono adoperati anco per denotare la durata delle piante, come nel V LIBRO verrà chiarito.

[7] Le Comete.

3429. Le **comete provengono dalle nebulose** (§ 3390) ed è si vero che spesso colle nebulose si scambiano, e molte soltanto se ne distinguono in forza de' loro movimenti. Quelle magnifiche code, non che il loro stesso nucleo che ingigantiscono più s'accostano al *Sole*, appena diminuiscono d'alcun poco il chiaror delle *Stelle* che queste, ad onta della interposizion loro, si veggono attraverso le *Comete* medesime. Stimo inutile parlare della direzione dei loro movimenti, della eccentricità delle orbite che percorrono. Mi basta che l'agronomo riconosca il frutto delle premesse indagini. Compresa come l'esposi la generazione di questi corpi celesti, tanto minacciosi pel volgo, l'apparizion di essi fonte d'apprensione perchè imprevеduta dai lunari, e realmente imprevedibile in causa della esposta loro fisica formazione, non dee più far terrore. Trovato cosa sieno, e d'onde provengano, ed apprezzate per quel che sono, e quel che possono divenire, cade ogni loro condanna di generatrici su questa Terra a milioni di leghe di distanza, e apportatrici di fame, di guerra, di pestilenza, e d'universale disfacimento.

3430. Centonovantasette Comete si conoscono, di cui è calcolata l'orbita: ma comprendendo anche quelle soltanto osservate (2), se ne contano da sei a settecento. Solo nel 1846 se ne scopersero 8. Ma sono costituite di sostanza così rada, che passano talora davanti al *Sole* senza che noi possiamo avvedercene. Onde chi sa quante Comete appaiono di giorno e sfuggono al miglior telescopio?

3431. Influenza delle Comete. L'enorme volume d'alcune *Comete* (come la seconda del 1819), quando pervengono a non molta distanza dalla

---

(1) Il nodo *ascendente* suol notarsi ☊ il *discendente* ☋.

(2) Anche il celebre idraulico GUGLIELMINI scrisse: *De cometarum natura et ortu*, BOLOGNA, 1681.

Terra (come quella del 1770), può dar luogo al passaggio dell'estremità della loro coda entro gli strati superiori della nostra atmosfera. Questo fenomeno, certamente avvenuto molte volte, fa sorgere la questione se le straordinarie nebbie del 1783 e 1851, che coprirono gran parte del Continente Europeo, gli si debbano attribuire. Da quelle code immense, lunghe molti milioni di leghe e diramate a ventaglio, si staccano per forza d'*impulsione* o d'emanazione, o fors'anco d'evaporazione, delle particelle che si spandono nello spazio. La poca distanza *perielia*, cioè l'accostarsi al *Sole* a distanza molto minore di quella della *Terra* (§ 919) merita eziandio qualche riflesso. Inoltre il meraviglioso fenomeno dello sdoppiamento avvenuto (nel Dicembre 1846) nella *Cometa* del Biela, e lo scindersi in due minori *Comete* di egual forma con testa e coda per ciascuna, ma diseguali di grandezza, dimostra in questi globi celesti un'esistenza priva di quella stabilità e regolare andamento degli altri corpi che popolano il Sistema Solare.

3432. La **innocuità delle Comete** si dimostra tuttavia collo stesso calcolo delle probabilità, perchè se il numero di quelle osservate e calcolate, non si pare notevolissimo (1); tuttavolta convien far conto delle moltissime sfuggite anche al telescopio, quando la presenza loro sull'orizzonte coincida con quella del *Sole*. Oltracciò, quanto verificò l'Arago sulla luce della Cometa dello Halley (§ 2386), sembra comune all'altre eziandio; altrimenti quando le loro immense code s'immergono alcun poco ne' superiori strati dell'atmosfera terrestre, ne verrebbe assai incomoda aggiunta di calore.

3433. La **storia genuina delle Comete** basterebbe a rassicurare i tanti che ne impaurano (2). La *Cometa* del 1770 scoperta dal Messier doveva, secondo il Lexell, ricomparire dopo quattr'anni e mezzo, e non si lasciò più vedere. Questo e molti altri fatti analoghi ne attestano che fanno viaggi lunghissimi, e d'altronde se dovessero urtare o cadere addosso a qualche pianeta, dovrebbero essere sempre attratti da *Giove* o *Saturno*, tanto più grossi della *Terra*. All'epoca della *Cometa* del 1843, l'astronomo Hauff di Berlino pronosticava una tendenza dell'*equatore* a coincidere coll'*eclittica* (3). Ma questa *Cometa*, che probabilmente era la stessa apparsa nel 1668 e 1702, come allora, passò innocentissima ancora nel 1843. A difesa poi delle Comete hannovi paesi in cui le tengono d'ottimo augurio. Dalle miniere della Guadalupa nel Messico, scrivea il Bowring: « Una superstizione assai singolare si applica in « queste contrade alle comete: perciocchè, invece di attribuir loro influenze « funeste, si crede che subito dopo la loro apparizione si scoprirà una *benizza*,

(1) Tre comete nel 1853 erano già segnalate all'epoca dell'11 al 12 settembre, quando il Bruhns di Berlino ne scoperse una quarta; indi il Klinkerfues ne scoprì una quinta il 12 dicembre. Una dal Kruger scoperta il 30 marzo 1854: altra scoperta in quest'anno dal Klinkerfues (4 giugno 1854).

(2) Oltrecchè quanto più progredisce la scienza tanto più esatti riusciranno i calcoli delle orbite loro, ecc. giova notare come ne parlassero i maggiori nostri, tra i quali il Fracastoro sin dal 1535 giunse il primo a riconoscere la quasi costante collocazione della loro coda in *opposizione* al *Sole*. V. il suo *Trattato* degli *Omocentrici*.

(3) Felsineo. Anno III, pag. 340.

« cioè miniera d'oro o d'argento d'immensa ricchezza » (1). Ecco adunque uomini che scorgono virtù benefica dove altri, tanto più istrutti e civilizzati, scorgono morti, guerre, inondazioni e carestie !

[8] Aeroliti, Bolidi, Stelle cadenti, ecc.

3434. Gli **aeroliti** o **meteoroliti**, ossia pietre dell'aria, vogliònsi dai più ritenere quali veri frantumi di *Pianeti* vaganti per lo spazio, e che passando in prossimità della *Terra* vi precipitano. Secondo il parere del CHLADNI, dell'OLBERS, del LA PLACE, dell'ARAGO, del HERSCHELL, del BESSEL e dell'HUMBOLDT, questi corpi sono d'origine cosmica, affatto stranieri alla *Terra*. Noi non abbiamo altro vincolo di comunicazione colle regioni celesti che la luce, l'attrazione e il comprendimento del nostro intelletto. Gli *aeroliti* offrirebbero un altro vincolo, e sarebbe di contatto materiale. D'altronde riesce assai singolare il rinvenire in questi corpi, materiali identici a quelli del nostro pianeta. Onde la conchiusione della probabilissima identità di costituzione fisica di questo globo che abitiamo, cogli altri dello stesso sistema planetario. Negli scritti di MA-TUAN-LIN si trovano 16 cadute d'aeroliti nello spazio di 977 anni. Celebre tra i GRECI fu l'immensa massa che cadde in Tracia.

3435. Cadono d'ordinario gli aeroliti, lanciati dal seno d'un nugolo nero formatosi d'improvviso, senza mandar luce, ma con qualche rumore : più di frequente sono congiunti a *bolidi* infiammati.

3436. E **Bolidi** vengono detti que'globi di fuoco che solcano l'aria a diverse altezze, più o meno celeremente, ora non maggiori dell'apparente grandezza di una *Stella*, ora pareggiando quella della *Luna*. Per l'ordinario la direzione loro è obliqua all'orizzonte, ma spesso si mostra irregolare, con salti, deviazioni, a modo che oltre il citato nome, s'ebbero pur quelli di *face* e di *capra saltante* (2). L'apparizione loro si termina qualche volta dileguando senza alcun altro fenomeno, spegnendosi le fiammelle che tramandano, e cessando il fumo che li accompagna. Più spesso esplodono con istrepito pari a scoppio di tuono con seguito di cupo romoreggiare, e caduta delle accennate pietre, dette dai naturalisti *aeroliti*, o anco *meteoroliti*.

3437. Le **stelle filanti o cadenti** si verificano (quanto alle *periodiche*) secondo il computo dello SCHMIDT di BONN, a 13 sino a 15 per ora ne' mesi di agosto e di novembre. Le altre, dette anco *sporadiche*, scorgonsi da 3 a 5 per ciascun mese dell'anno, eccettuato il *febbraio*. Questi numeri s'intendano per termini medii, giacchè, ad esempio, lo HEIS n'ha veduto cadere nello spazio di un'ora, il 10 agosto nel 1839, n° 160; nel 1841, n° 43; nel 1848, n° 50. Nell'anno 1842, questo flusso meteorico giunse a più di tre per minuto, al momento del suo massimo nel mese d'agosto.

---

(1) Alla *Cometa* del 1810 attribuivano la scoperta della miniera di *Refugio*; alla *Cometa* del 1818, il filone d'argento nativo di *Morelas*; a quella del 1833, la miniera di *Calvo*, ecc.

(2) La denominazione di *asteroide* è confusamente adoperata dagli Astronomi : ora l'assegnano ai *Pianeti minori*, ora ai *Bolidi*, ora infine alle *Stelle cadenti* che poi confondono coi *Bolidi* medesimi.

3438. La **caduta di Stelle cadenti** nel 1849, o vuoi d'asteroidi (1), avrebbe avuto luogo dal 15 al 17 Ottobre. Questo cambiamento del nodo (d'intersezione dell'anello degli asteroidi, e dell'orbita della Terra), considerando che il fenomeno dal 1799 al 1848 è accaduto invariabilmente al 12-17 Novembre, sembra poco probabile all'Humboldt. Ma siccome il fenomeno si è similmente ripetuto nel Novembre 1849 ne' soliti giorni, conviene credere che la striscia d'Ottobre dello stesso anno è indipendente dalla striscia di Novembre. Io penso, dice l'Humboldt, che si possa spiegare, ammettendo che la striscia ha una certa larghezza, una larghezza variabile e che gli asteroidi nella zona annulare si trovano ad ineguale distanza ed agglomerati. Non abbiamo veduto la Cometa del Biela (§ 3431) dividersi in due Comete dopo il 19 Dicembre 1845, avendo ciascuna la sua coda e camminando amendue parallelamente a 20 minuti di distanza l'una dall'altra?

3439. Di **varie materie cadute dal Cielo** non è da prender nota in questo luogo. Infatti, indichiamone alcuna;

Pioggia di manna. — Nel giugno 1844 nelle falde del Monte Maiella, per riferimento di Alessandro A. A. Colaprete, cadeva una pioggia di manna.

La Commissione dell'Accademia delle Scienze di Napoli riferiva nel 4 agosto 1846 essere invece un anormale trasudamento degli umori dei vegetabili per cagioni comunemente note.

In altra sessione il medesimo riferì come il 20 Giugno 1847 nel Comune di Cansaro (Abruzzo Ultra) un contadino vide cosperse le foglie di quercia di un bosco detto *Difesa*, nella faccia superiore come di rugiada che toccata offeriva consistenza di miele, e saggiata, era dolcissima. E tale fenomeno era pur comune alle foglie di faggio, di *corylus* avellana. Evidentemente, così questi come tanti altri, quando non sono illusioni, dipendono da tutt' altr' ordine di fenomeni, da chiarire pel II e V Libro, e i soli corpi che danno luogo a dubitare se sieno affatto estranei alla Terra ed alla sua atmosfera, si limitano agli *aeroliti*.

[9] La Terra.

3440. La *Terra è un Pianeta* che insieme cogli altri, nel mentre si rotola sovra se stessa, fa corteggio al *Sole* girandogli attorno, da cui viene per compenso illuminata (2). Ecco dati astronomici che la riguardano:

Distanza media dal *Sole* più di 15 milioni di miriametri: distanza limitatissima se la confrontiamo con quella d'alcune nebulose agguantate dal telescopio dello Herschell (§ 1925).

---

(1) Le Stelle cadenti nel presente anno si sono mostrate nel 10, 11, e 12 agosto, e il Coulvier-Gravier nota una diminuzione *oraria* di 5 sull'anno scorso, deducendone conferma del graduale decrescere di cotesto periodico ritorno, e della sua probabile estinzione per l'anno 1860. *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*, 14 *aout* 1854. Ma come stabilire induzione di questa importanza, mentre afferma che le osservazioni, *Cette année comme en* 1846, *elles ont été contrariées par la présence de la Lune?*

(2) « La Terra è un corpo celeste lanciato insieme alle miriadi degli altri nell'infinita « vastità degli spazi dalla mano dell'Onnipotente ». Meneghini, *Lezioni orali di Geografia fisica*. Pisa 1851, pag. 17.

DENSITA' quasi cinque volte e mezzo (5,44) maggiore di quella dell'acqua.

Il VOLUME della *Terra* è tale che facendo quello del *Sole* in pezzi, se ne ricaverebbero 1,328,460 globi della grandezza del terrestre il cui calcolo fu fatto nel § 1692, in 1081 milioni circa di miriametri cubi. Della invariabilità del volume terrestre feci motto al § 2442.

DIAMETRO *maggiore* 1276 miriametri; *minore* 1271,7.

SUPERFICIE (§ 1687) 5092962 miriametri quadrati.

La RIVOLUZIONE siderale della *Terra* attorno al *Sole*, ossia l'anno si compie in 365 giorni, 6 ore, 9 minuti primi, 10 secondi 7496.

La sua ORBITA è un elisse di cui il *Sole* occupa un fuoco abbastanza vicino all'altro fuoco perchè ne risulti, che se si calcoli la maggior distanza della *Terra* dal *Sole* come 30, la minima distanza sia come 29.

Il MOTO della *Terra* argomentato per tanti calcoli ed osservazioni, ha avuto in questi ultimi anni una dimostrazione fisica nella celebre scoperta del FOUCAULT, che sarebbe soverchio di presente investigare.

LUCE PROPRIA HA LA TERRA oltre quella che riceve dal *Sole*, come al § 2468 fu dimostrato.

Il CALOR PROPRIO della *Terra* si rileva dai §§ 2469 e 2470 : gli effetti poi dell'*irraggiamento terrestre* dai §§ 2442 e 2476.

L'ELETTRICITA' PROPRIA della *Terra*, dall'ART. III della seconda SEZIONE del CAP. VII.

La *Terra* è una CALAMITA. ART. IV della suddetta SEZIONE.

3441. La **figura della Terra** venne addietro indagata nel CAPITOLO VI al § 1720 (1). Nè ti dee rimaner dubbio che l'immenso specchio dell'OCEANO abbia esso pure la superficie curva dopo l'osservazioni esternate al § 1982. La sua forma rotonda si disegna oltracciò nell'eclissi Lunari come più sotto è da vedere (2). Se non che la sua figura non pareggia una sfera (§ 1676), a guisa d'immensa cipolla risulta schiacciata come l'HUYGENS congbietturava ed il NEWTON dimostrò, e ad onta di contrarii calcoli del CASSINI pervenne lo STIRLING a rifermare. Questo schiacciamento non diminuisce la sfericità della *Terra* che nella proporzione di 1 rispetto a 300 e così trascurando anche le prominenze delle montagne, perchè proporzionalmente molto meno sensibili delle scabrosità che si veggono sulla scorza d'un arancio, si persevera a rappresentare la *Terra* con una sfera perfetta.

3442. **Come la Terra sia illuminata** (§ 2311) forma subbietto d'investigazione che rivela una provvidenza meravigliosa, oltre quella segnalata nel § 1897 del VI CAPITOLO. Per farmi intendere, descriverò con qualche variante l'ingegno di MASTRO PIETRO (3). Prendi una candela accesa infissa sovra una punta di ferro nel bel mezzo di ampia tavola. Poi una palla il cui centro sia attraversato da un tondino di ferro sporgente dai due capi, che rappresenterà

---

(1) La sfericità della *Terra* fu nota al TOSCANELLI del 1482. La sua descrizione geometrica s'ebbe dal CASSINI nel 1733.

(2) Osservazione fatta anche da ARISTOTELE. *Probl*,, *Sect*. XV, *quaes*. 5.

(3) MAITRE PIERRE ou le *Savant du Village*. Entretiens sur l'Astronomie, par LEMAIRE. PARIS, pag. 40-41, ecc.

l'asse della *Terra*, mentre le due punte al di fuori saranno l'una il *polo nord* o *artico*, l'altra il *polo sud* o *antartico*. Se a quest'ultimo si attacchi uno spago assicurandone l'altro estremo alla punta di ferro su cui sta la candela, e si faccia rotolare la palla pienamente libera di girare intorno al suo asse, la medesima descriverà rotolandosi un bel cerchio attorno al lume. Questo però illuminerà sempre quella stessa metà della palla, se abbiasi l'avvertenza che l'altezza della fiammella sia pari a quella del centro della palla sul tavolo. Il qual fenomeno applicato alla *Terra* darebbe perpetuo giorno pel suo emisfero australe, e perpetua notte per l'altro. Invece la *Terra* ha il suo asse non in retta linea con quello spago, o vuoi piuttosto colla direzione del raggio condotto dal suo centro a quello del *Sole*, ma inclinato ad angolo. Oltracciò la strada che percorre la *Terra* è inclinata essa pure coll'*Equatore*. Della quale inclinazione noterò gli effetti più innanzi nel § 3465, e più specialmente nel II Libro: intanto il leggitore ha compreso che se l'asse della *Terra* fosse collocato normalmente, essa, come diluciderò anche meglio parlando della Luna, sarebbe *inabitabile*.

3443. Della **latitudine** e della **longitudine** terrò discorso nel II Libro per gli studii di climatologia. Basti per ora definirli. *Latitudine* significa la distanza angolare di un luogo qualunque dall'*equatore*, onde ha per misura l'arco di *meridiano*, compreso tra il luogo e l'*equatore* medesimo. Quindi un paese all'equatore ha 0 gradi di latitudine: al polo n'avrebbe gradi 90. La *longitudine* costituisce la distanza angolare tra il meridiano di un paese e quello d'un altro (1). Una volta si contavano le longitudini dal meridiano dell'Isola del Ferro: di presente si staccano da quello di Parigi, o di qualche osservatorio, onde fa mestieri notare sempre il paese da cui si contano, ma insieme, se dal lato orientale o dall'occidentale.

3444. L'**atmosfera**, ossia l'immenso strato d'aria che inviluppa la *Terra*, la sua influenza sull'azione del *Sole* (§ 2438) formerà speciale obbietto di studio nel II Libro, mentre nel III e specialmente nel IV dedicato alla *Terra* si compendieranno l'altre nozioni importanti per l'agronomo sulla parte solida e liquida che ne costituisce la superficie.

[10] La Luna.

3445. La **distanza della Luna dalla Terra** eguaglia 30 volte il diametro terrestre: non oltrepassa dunque 85000 leghe: laonde colla velocità di alcune strade ferrate (15 leghe per ora) vi si arriverebbe in 9 mesi e più esattamente:

Distanza dalla *Terra* 38400 miriametri.

Diametro della *Luna* 356 miriam. (un quarto circa di quello della *Terra*).

Volume 1|54 del volume terrestre.

Densita' circa 3|5 di quella della *Terra*.

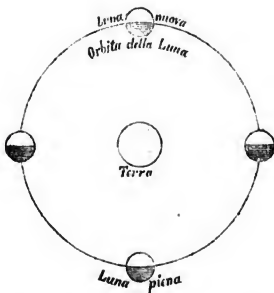
---

(1) L'ingegno di determinare la longitudine di un luogo dall'osservazione della distanza della *Luna*, da una *Stella*, fu descritto da Gemma Frisius sin dal 1530.

RIVOLUZIONE siderale attorno la *Terra*, ossia mese *lunare*, 27 giorni, 7 ore, 43 minuti primi, 11 e mezzo m. secondi.

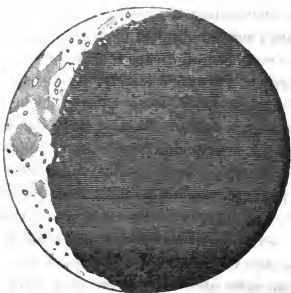
La LUCE ch'essa dal *Sole* riflette a noi ha un'intensione sette volte minore di quella proveniente dalle macchie più opache del *Sole* medesimo: appare gialla di notte bianca di giorno (1) e trasmette una piccola quantità di calore sfuggita a tutti i cimenti dei fisici, e finalmente scoperta dal MELLONI (2) col soccorso di una lente di 3 piedi di diametro. La maggiore o minore vivacità della luce Lunare deve notarsi dall'agronomo siccome prova della maggiore o minore purezza dell'aria atmosferica traversata dai suoi raggi, e quindi quale arra di serenità. La *luce cinerea* (§ 2333), quella cioè che scorgesi sovra parte del disco Lunare quando pochi giorni prima del suo rinnovamento presenta una stretta mezza Luna illuminata dal Sole, come fu rimarcato la prima volta da LEONARDO DA VINCI, non è che il riverbero della luce che la *Terra* riflette sulla *Luna*; come ho già detto, un *riflesso di riflesso*.

3446. **Fasi della Luna**. Intantochè la *Luna* gira attorno la *Terra*, l'uno de' suoi emisferi si trova sempre illuminato dal *Sole*, e l'altro sempre nell'ombra, come indica di qualche guisa la fig. 800. Quando veggiamo tutta intera la parte illuminata, la diciamo *Luna piena* ed allora la *Terra* trovasi più vicina al *Sole* che non la *Luna*, la quale in quel tempo è in *opposizione* (§ 3420). Se invece questa è dalla parte tra la *Terra* ed il *Sole*, resta rivolta verso di noi soltanto la sua metà oscura, e diviene invisibile: in quel punto dicesi *Luna nuova*

Fig. 800.

e la *Luna* trovasi in *congiunzione*. A poco a poco se ne rischiara porzione finchè corrisponda alla metà del suo emisfero, vale a dire alla quarta parte della di lei superficie, onde allora diciamo compiersi il *primo quarto della Luna*. Procedendo sempre, la scorgiamo, ripetesi illuminata, e trascorsa la *Luna piena*, scema

(1) Intorno le particolarità della *luce lunare*, vedi nella FISICA AGRARIA, il § 2567.
(2) MELLONI. Sur la puissance calorifique de la Lune. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXII, pag. 541-544.

gradualmente la parte visibile finchè se ne scorge una sola metà del disco o quarta parte della superficie totale, e chiamasi *ultimo quarto della Luna*. Come appare dalla figura cotesti punti ossia *fasi* della *Luna* corrispondono a quattro eguali divisioni dell'orbita da lei percorsa. L'altra fig. 801 ci rammenta la notissima forma che essa rappresenta nel primo o nell'ultimo *quarto*, onde chiamasi *Luna falcata* (§ 2328) avvertendo ch'essa ha la sua convessità illuminata rivolta verso *ponente* quando procede verso la *Luna piena*, e al contrario verso *levante* quando diminuisce. Onde il volgare detto facile a ritenere di *Gobba a ponente*, *Luna crescente*: *Gobba a levante*, *Luna calante*.

Fig. 801.

3447. La **Luna è inabitabile** (§ 2406 nota 3) sia da piante, sia da animali, almeno da specie organiche analoghe alle terrestri, perchè manca d'acqua e di atmosfera come dimostrano le osservazioni Astronomiche. Le sue macchie farebbero supporre vallate, bacini, mari ecc. con montagne (1). Ma benchè vi sieno cavità notevoli, una tra le quali dell'estensione di 50000 miriametri quadrati, non vi si scopre vestigio d'acqua. Affermano alcuni esistere volcani attivi prendendo certi punti luminosi qualche volta nella parte oscura del disco Lunare quali eruzioni di fuoco, ma sono illusioni prodotte da ribattimenti più vivaci della luce Solare riflessa dalla *Terra* sul suo satellite. Il Telescopio nell'aprire all'Uomo un altro Cielo più immenso e popolato di quello degli antichi (§ 2405) lo ha in pari tempo emancipato da una folla d'illusioni.

3448. **Fiaccola della notte,** la luce lunare rallegra l'uomo nelle tenebre, e gli animali selvaggi eziandio. Il vigile cultore fugge la sferza dell'Astro maggiore, grazie al candido raggio della casta notturna Diva che il soccorre a dirigere il solco per dirompere l'arida gleba; o il cammin gli rischiara per condurre il pesante ricolto al mercato; o gli svela il muto tasso che anela furtivo alla pendente vendemmia; o discreta presiede al giocondo cerchio di garzoncelli e fanciulle svolgenti l'aurea *zea* dalla sua veste fogliosa; o infine economica facella là sulle rive del picciol *Reno*, fa scorta a mille e mille gagliardi per infrangere la candida lisca, e dipoi agitando la bisulca e trisulca maciulla, compier ogni altra faccenda che stecchi e scheggie sminuzza

« Ed il tiglio fa lucido e 'l riffina ».

---

(1) Le montagne della *Luna* avrebbero un'altezza in ragione del suo diametro : : 1 : 454 ; quelle della *Terra* pure in ragione del diametro terrestre : : 1 : 1451. Cioè all'ingrosso le montagne della Luna sarebbero proporzionalmente tre volte più alte di quelle della *Terra*. Ma questa affermazione dell'Humboldt (*Cosmos*, Tom. III, pag. 535, nota 24) non regge quando l'altezza delle montagne terrestri si misurassero dal fondo de' mari, come avviene della *Luna*, le cui cavità vuote d'acqua vengono esplorate.

Ma più solenni destini rendono l'azione della *Luna* sulla *Terra* più ragguardevole. Attratta dalla *Terra*, essa l'attrae pur reciprocamente (§ 1999) e congiuntamente coll'attrazione più vigorosa del *Sole* « mette in movimento « l'Oceano, sposta l'elemento liquido, e pel gonfiamento periodico de' mari, « cangia a poco a poco i contorni delle coste, favoreggia od avversa il lavoro « dell'uomo, e fornisce maggior parte de' materiali di cui sono costituiti i grés e « i conglomerati ricoperti alla lor volta di frammenti smussati e incoerenti dei « terreni di trasporto » (1). Condizione geologica da rimemorare nel seguente CAPITOLO, ma che non forma l'unica conseguenza dell'influsso Lunare sulle *maree* (già investigato nel § 2110 del CAP. VII). Conciossiachè, per ragione di indisputabile analogia debba esso similmente agire non solo anche su tutti gli altri liquidi eziandio organici, ma sulle sostanze aeriformi, e quindi sull'atmosfera.

5449. **Astro del bene e del male è la Luna**, se al volgo dài retta, ma più dannoso che benefico. Chiamano *Luna rossa* la *Luna d'aprile*, e le appongono di gelare i primi fiori e primi germogli: lo che veramente accade se la *Luna* risplende, perchè allora sereno è il cielo, e quindi l'irraggiamento terrestre abbassa la temperatura notturna (LIBRO II). Invece col nuvolato scema l'irraggiamento ed il freddo; ma celandosi ancora la *Luna*, se ne trae argomento che accadendo quegli effetti soltanto quando essa risplenda, ne sia quindi colpevole. Oltracciò colla lente si concentra la luce Solare in modo da accender l'esca, e sino da fondere metalli: e collo stesso mezzo la luce della *Luna* si fa sensibile (§ 5445), ma non eleva il termometro quant'è grosso un capello. La stessa ragione vale per l'umidità di cui si coprono gli oggetti esposti alla luce Lunare. Il produrre la corruzione del legno che si tagli nel plenilunio, il nuocere alla vegetazione delle radici alimentari se si piantano ne' due ultimi *quarti*, ed a quella del riso, formentone, fagiuoli ecc. se si seminino ne' due primi, come ritengono i coltivatori del BRASILE, a quanto narra Augusto di ST-HILAIRE, non che altri delitti dell'*argenteo Pianeta*, verranno posti in bilancia ne' LIBRI che seguono. Non si dee però meravigliare de' rustici lavoratori: i pescatori eziandio, sino ai tempi di LUCILIO ed AULO GELLIO credevano che l'ostriche e i gamberi fossero più grossi nella prima metà della Lunazione che nella seconda: nè solo IPPOCRATE e GALENO, padri dell'antica medicina credevano all'influenza della *Luna*, ma illustri medici dell'odierno secolo, come l'HOFMANN, il SAUVAGE, l'HERARD ecc. Possibile che tra tante credenze nulla v'abbia di vero?

5450. Sulla **relazione tra 'l mutar del tempo e le fasi lunari**, pubblicò un lavoro lo SCHUBLER. E il FLANGUERGUES, per riferimento dell'ARAGO, fece uno studio speciale dell'influenza della Luna sopra la pressione atmosferica. Pare che il barometro sia più basso nel primo *quarto* della *Luna*, anzichè nell'ultimo, più basso quando è nel suo *perigeo* che non nell'*apogeo*; il numero de' giorni piovosi maggiore nel *primo quarto* e al *perigeo*, che non nel *quarto ultimo*, e all'*apogeo*. Ciò fu già osservato dal TOALDO.

D'altronde, l'HOWARD (2) conghietturò con sottili osservazioni barometriche l'esistenza d'una marea atmosferica, e ne dedusse:

---

(1) HUMBOLDT. *Cosmos*. Tom. III, pag. 510. PARIS 1852.
(2) HOWARD. Sess. 11 marzo e 22 aprile 1841 della R. Società di LONDRA.

I. Che la pressione della marea atmosferica, la quale è conseguenza dell'arrivo della *Luna* nelle latitudini di LONDRA, innalza la media temperatura di gradi 0,35.

II. Che la rarefazione dell'aria, derivante dalla *declinazione* nord della *Luna*, abbassa la temperatura di gradi 0,13.

III. Che il movimento dell'aria quando essa inoltra verso il sud, raffredda l'atmosfera di gradi 0,18.

IV. Che questo raffreddamento persiste mentre la *Luna* cammina verso il sud, ed aumenta ancora di gradi 0,04.

Avea scritto PALLADIO: « Nelle luogora a riva di mare... la Luna può in « tanto, che fa grandi scorrimenti d'onde, e fa enfiare tutte le membra d'ogni « animale marino » (1).

3451. Havvi inoltre un dato astronomico di grave momento da considerare, e giova riportare le stesse parole dello HERSCHELL.

« Nella *Luna* domina una temperatura assai elevata molto superiore a « quella dell'acqua bollente, perchè la di lei superficie rimane esposta all'azione « del Sole, durante 14 giorni senza interruzione, e senza che niente possa mi- « tigarla. La Luna dunque in *opposizione*, o pochi giorni dopo, diviene a qual- « sivoglia grado, sorgente di calore per la Terra. Calore però che non può arri- « vare alla superficie della medesima, perchè assorbito dalla di lei atmosfera, « dove trasforma i vapori vescicolari e visibili in vapori trasparenti ». Lo che vale quanto dire tramuta il cielo nugoloso in sereno. Infatti, considera lo HERSCHELL, la rapida dissoluzione delle nubi sotto l'influenza della *Luna piena*, quando il Cielo non sia troppo coperto, come un fatto meteorologico, confermato dalle esperienze dello HUMBOLDT, e dal consentimento degli Spagnuoli navigatori ne' mari dei tropici (2). Dunque senza giugnere agli eccessivi suppositi combattuti nel § 1919, in primo luogo accorderai che *la Luna esercita un' influenza sulla Terra.*

3452. Se l'**influenza lunare** si volesse indagare a dovere converrebbe non disprezzare totalmente le osservazioni degli Autori che notano fatti e conghietture ingegnose. Ad esempio, Agostino GALLO prescrive le faccende da eseguirsi più opportunamente a Luna crescente e a Luna calante. Poi rammentando che il Sole nel periodo annuo segna le quattro stagioni, osserva che « nella « prima veste gli alberi, nella seconda produce i frutti, nella terza li matura, e « nella quarta li sfronda; così la Luna (nel suo periodo) nel primo quarto è po- « tente a morbidare, nel secondo a fruttare, nel terzo a maturare, e nell'ultimo « a conservare ». Facoltà che singolarmente da ciò fa derivare, che « quando « quel lume cresce, medesimamente cresce lo spazio della notte nel quale la « Luna sta sopra della Terra, e quando il detto lume si fa veder minore, si fa « similmente minore il detto spazio di tempo » (3). Il TANARA, troppo infatuato

(1) Così secondo la versione dello ZANOTTI, ma nell'originale latino anche più precisamente dice: *ubi lunae invahit augmentum, quae omnium clausorum maris animalium atque concharum iubet incremento suo membra turgere.* PALLADII, de Re R., Lib. XIII, December VI.

(2) JOHN HERSCHELL, *Outlines of Astronomy*, pag. 261.

(3) Agostino GALLO, Ediz. cit., *Giornata seconda*, pag. 70.

della *Luna* (1), le attribuì virtù meravigliose quanto possa il più rozzo villanzone, ma non errò chiamandola padrona del mare. Lo ALAMANNI canta le gesta della Luna secondo che guarda o incontra altri pianeti, e

Quando il Padre riguarda ovunque sia
Rende in ogni stagion dolcezza e pace.

Geminiano MONTANARI, benchè nimicissimo d'Astrologia, si dichiarava disposto a riconoscere l'influenza dipendente dalle rispettive posizioni del *Sole* e della *Luna* non solo sulle maree, ma eziandio sui fenomeni luminosi e di colorazione, ed anche sui fenomeni morbosi (2). Il BAGLIVI notava una coincidenza de' terremoti colla *Luna piena* (3). Il BOUGUER narra d'uno scienziato PERUVIANO che dichiarava i frequenti terremoti nel PERÙ succedere ad ore fatali e marcate, cioè quelle della bassa marea. E il CHANVALON segnalava essere venuto il terremoto che distrusse LIMA (28 ottobre 1746) nell'ora della *prima acqua*, come esprimeva il TOALDO, il quale soggiugne che adunque cotali fenomeni possono muovere da cause cosmiche dell'azione del *Sole*, e sopratutto della *Luna* (4). Documenti e conghietture di tal valore che lo ZANTEDESCHI non dubitò di presentarli all'ACCADEMIA delle SCIENZE di FRANCIA (5).

3453. **Conchiuderò**. Dimostrata in genere l'influenza della *Luna*, si può egli giudicare della gravità e qualità di questa influenza?

si possono tutti ripudiare i pregiudizii da secoli radicati ne' coltivatori sulla necessità di regolare molte faccende colle sue *fasi*?

si conoscono tutte le relazioni possibili tra la Terra ed il suo satellite, mentre si fanno incessante scambio di luce?

dappoichè la *luce* insieme col *calorico* e coll'*elettrico* è un modo di essere d'una medesima sostanza, quel ricambio, quella continua comunicazione tra la *Luna* e la *Terra* per mezzo della luce può indurre effetti elettrici e magnetici (6) ancora disconosciuti?

Più altre quistioni si presentano sul subbietto gravissimo ora in discorso (7). Ma perciocchè alla loro soluzione deono concorrere altri fatti e nozioni pertinenti alla METEOROLOGIA AGRARIA, quindi ne rimetto il finale studio ed opinamento nel relativo II° LIBRO.

---

(1) Il TANARA la chiama *Regina del Cielo*, *Geroglifico di verità*, *rappresentante il virgineo corpo di* MARIA ecc., Loc. cit., Lib. VII.

(2) MONTANARI. *Astrologia convinta di falso*. VENEZIA 1685.

(3) *In singulis Lunae aspectibus..... potissimum in plenitudine..... certe succedebant Terrae motus*. S. BAGLIVI, *Hist. Rom. Terrae motus, anni* 1703.

(4) TOALDO. *Della vera influenza degli Astri*, 1770, pag. 190.

(5) ZANTEDESCHI. *De l'influence de la Lune dans les tremblements de terre*. Compt. R. de l'ACAD. DES SCIENCES. Séances du 21 Aout 1854.

(6) Il SABINE ha di recente dimostrata l'*influenza della Luna sulla direzione magnetica*, ecc. Società Reale di LONDRA Sess. novembre 1853.

(7) Delle montuosità della Luna parlò il MAURI nelle sue *Considerazioni sopra la stella apparsa nel* 1604. Il perchè la *Luna* presenti sempre quasi la stessa faccia alla *Terra*, venne mirabilmente disputato dal LA GRANGE nella sua memoria sulla Librazione della *Luna*, composta di 25 anni e premiata (del 1764) dall'Accademia delle Scienze di FRANCIA. La teoria della *Luna* venne di poi semplificata del P. FRISI nel 1768, illustrata dal FONTANA con varie Memorie pubblicate negli atti dell'Accademia di LIONE. Del 1824 il CARLINI trattò delle ineguaglianze nelle longitudini della *Luna*, e del 1832 venne in luce la celebre *Théorie du mouvement de la Lune* del sommo PLANA.

[11] L'Eclissi.

3454. Lo **abbuiarsi dell'aria**, come suol dirsi, in pieno giorno, rattrista, e fa che uomini ed animali ne impaurano. Il volgo se ne commuove, in ispecie se l'oscurità divenga sì intensa da scorgere alcune *stelle*. L'oscuramento può derivare da tre specie di cause:

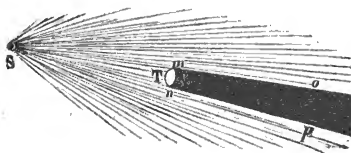
1° diminuzione di luce, direttamente dipendente dal Sole; questo può accadere per copiose *macchie* (§ 3405); per attenuarsi alquanto l'intensione della sua *fotosfera*; o infine per aumento di nubilosità nella *fotosfera* medesima.

2° da meschianze intorbidanti l'atmosfera terrestre, come polviscolo generalmente d'organica natura trasportato dai venti, nuvoli di locuste, e le pioggie di sabbia pretese pioggie d'inchiostro che durano talvolta nella CINA parecchi giorni, secondo riferimento del MACGOWAN citato dall'HUMBOLDT.

3° Da interposizione di corpi che ne parano la luce del *Sole*, e passano tra di esso e la *Terra*, e questo è il fenomeno che chiamasi *Eclissi del Sole*. Quando invece la *Terra* si frappone tra il *Sole* e la *Luna*, per analoga ma non identica ragione l'adombrarsi dell'argenteo *Pianeta* chiamasi *Eclissi di Luna*.

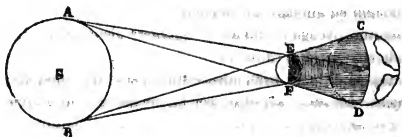
Nel 2° de' casi anzidetti, non avviene contemporanea apparizione delle *stelle*: nel 1° raramente quando il fenomeno non sia molto intenso: nel 3° accade in particolari condizioni di luoghi e di circostanze atmosferiche.

3455. Il **Sole coperto dal disco della Luna** colle stelle attorno brillanti, ecco la dipintura che i MESSICANI facevano dell'eclissi. Nulla poi è più facile a comprendere come accada l'eclissi di Luna. Riassumasi lo studio dell'ombra esposto nel III ARTICOLO del CAPITOLO VI (§ 1884 e seg.), e riprodotto nella fig. 802 il disegno compreso nel § 1887, evidentemente scorgesi

Fig. 802.

che quando la *Luna* essendo in *opposizione*, combini a passare entro il cono oscuro *m n o p*, non può più venire illuminata dal *Sole* S per l'ostacolo frapposto dalla *Terra* T. Di che adunque v'ha da impaurare? Perchè la *Luna* rimane al buio per un tempo assai limitato, perchè noi restiamo privi della luce che la *Luna* rifletterebbe? Vera inezia, dappoichè passano tante notti senza alcuna àrgentea face nel Cielo. Ma il più tremendo, il più gravido d'infausti presagi è l'eclissi del *Sole*. Come accade egli adunque?

3456. L'**eclissi di Sole** non può naturalmente accadere che quando la Luna è in *congiunzione* al *Sole*, cioè quando essa è *nuova* (§ 3437). La *Terra*

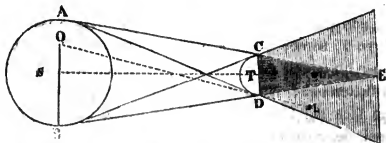
entra nel cono dell'ombra gettato nello spazio dalla *Luna*, come si scorge dalla fig. 803 dove S rappresenta il *Sole*, E F la *Luna*, C D la *Terra*. Un osserva-

Fig. 803.

tore al di là dell'ombra, cioè de' punti C D, vedrebbe il *Sole*, mentre la *Luna* gli rimarrebbe egualmente invisibile perchè affatto oscura. Se la *Luna* fosse sempre nel piano della *eclittica* con il *Sole*, s'avrebbe *eclissi di Sole* a ciascuna *Luna nuova*, ed eclissi di *Luna* invece di *Luna piena*. Ma la *Luna* generalmente trovasi un po' più in alto o un po' più in basso del piano della *eclittica*, quindi passa un po' più alto, o un po' più basso del disco del *Sole* all'epoca della *Luna nuova*, e fuori dal cono di ombra della *Terra* all'epoca della *Luna piena*. Quando avvien dunque l'*eclissi*? Ho detto che la *Luna* trovasi or da un lato, or dall'altro della *eclittica*: nel momento che fa questo passaggio essa trovasi al suo *nodo*, intendendo per *linea de' nodi* quella d'intersezione dell'*orbita lunare* coll'*orbita terrestre*. La *Luna* percorrendo la sua *orbita* in poco meno d'un mese, trapassa in questo tempo due volte l'*eclittica*. Ora se al momento della *Luna nuova* il suo centro ci occulta quello del *Sole*, caso nondimeno assai raro, allora ha luogo l'*eclissi* di *Sole*.

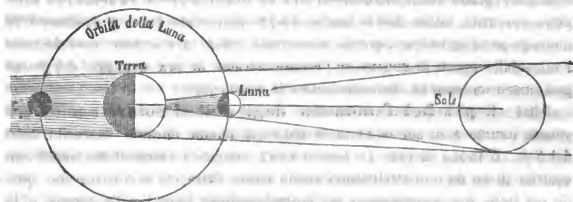
3457. **Totale o annulare** accade l'*eclissi Solare* secondo che la *Luna* è più o meno a noi vicina: nel primo caso, come nella figura precedente, il disco solare rimane tutto nascosto: nel secondo, il disco della *Luna* non perviene ad occultare tutto quello del *Sole*, e questo lascia scorgere un anello di luce intorno al disco oscuro della *Luna* che su di lui si proietta.

Parziale è più spesso l'*eclissi del Sole*, perchè i centri de' due astri non si trovano nella medesima direzione rapporto alla *Terra*, e il disco Lunare non occulta che in parte il disco del *Sole*.

3458. **Confrontando l'eclissi Solare col Lunare** si agevola il comprendimento del fenomeno. Prima di tutto dall'ispezione della fig. 804 si rileva

Fig. 804.

che l'eclissi di *Luna* non può mai essere annulare. Essendo S il *Sole* e T la *Terra*, immaginando per gli orli opposti del disco Solare condotte le rette A E, e B E

tangenti alla superficie terrestre, essendo il *Sole* assai più grande della *Terra*, cotali rette che determinano i limiti dell'ombra di questa, concorrono dietro di essa in un punto E, ma molto al di là di quello percorso dalla *Luna* entrando nel cono di ombra terrestre. La *Luna* comincia ad oscurarsi immergendosi nella penombra C L, poi cresce l'oscurità fino al massimo che raggiugne in L, d'onde procedendo, decresce l'oscurità fino al punto in cui emerge dall'ombra. Col-l'altra figura 805 facilmente si distingue l'effetto che fa l'ombra della *Luna* sulla *Terra*, da quello fatto dall'ombra della *Terra* sulla *Luna*. Una nube di giorno passando davanti al *Sole*, offre un' idea dell' eclissi Solare che sarebbe

Fig. 805.

assai prossima al suo effetto, se le nubi non fossero trasparenti. Una nube che esistesse intorno alla *Luna*, e le togliesse la luce del *Sole*, produrrebbe un oscuramento nella *Luna* stessa, ed un vero *eclissi Lunare*, se la nube fosse opaca.

3459. Che **un eclissi facesse paura** quando il nostro mondo era bambino, bene sta; ma nel presente secolo, detto per antonomasia l'illuminato, non dovrebbe spaventare più del tramonto giornaliero del *Sole*, o della *Luna*. A buon conto nel così detto *eclissi di Sole*, non s'oscura egli, nè perde la propria luce; è realmente il nostro globo che rimane eclissato, e con esso gli astronomi che chiamano eclissi di Sole ciò ch'è eclissi della *Terra*, mentre non solo dicono eclissi di *Luna* quando essa (come la *Terra* nell'eclissi Solare) rimane priva della luce del Sole, ma chiamano *eclissi annulare* di questo astro la parte che rimane splendente, ed invece perchè la denominazione fosse logica, dovrebbe rimaner luminoso il centro, ed oscuro il lembo di contorno. Io non so come l'ARAGO (1) facesse quasi temere per l'eclisse dell'8 Luglio 1842 che i bovi aratori avessero a fermarsi lungo il solco, i cavalli da tiro e da soma coricarsi per istrada, anzichè procedere, come riferiva sul serio avvenuto nell'eclissi del 1706, e del 1715. E bovi e cavalli non sono eglino la piupparte avvezzi a lavorare e camminare, massime nella state, anco in tempo di notte? Le povere bestie fecero soltanto come fanno sempre al subitaneo oscurarsi dell'aere per improvvisa procella; ritrose e mute attendono lo scroscio di

(1) *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*, ecc.

pioggia o di gragnuola (1); galli e galline corrono al pollaio, o gli uccelli riparano a' loro nidi e ripostigli; gufi e pipistrelli, credendo giunta l'ora di sera, ingannati sortono, ed all'improvviso chiarore che ritorna, abbagliati ponno egregiamente svolazzare come ciechi, e cadere (2).

3460. Gli **effetti reali delle eclissi** si riducono a poco.

I *movimenti d'alcune piante*: Il CAUDER (ne' PIRENEI ORIENTALI) rimarcò le foglie della *julibrissin* chiudersi durante l'oscurità totale; il PERGO eguale effetto nel *convolvulus*, e non nelle *mimose*: a VIENNA si chiusero quelle d'una *coluthea sutherlandia frutescens*, e non quelle delle *mimose*.

La *temperatura* scema dai 3 agli 8 gradi C. secondo che il termometro è all'ombra od al Sole.

La *rugiada* che l'ARAGO notò abbondantissima presso PERPIGNANO subito dopo l'oscurità totale dell'8 Luglio 1842, costituisce forse il fenomeno più notevole per l'agricoltore, perchè ritornando il *Sole* a riscaldare energicamente i vegetabili coperti di guazza, se l'eclisse accada in ora avanzata del giorno, può riuscire a qualche effetto molesto alla vegetazione.

3461. Il **più bel fenomeno degl' eclissi Solari** consiste nella corona luminosa di cui la *Luna* sembra circondata durante l'oscurità totale del *Sole*. Il PIOLA la vide (l'8 Luglio 1842) composta come di due anelli concentrici divisi da uno strettissimo anello scuro. Oltracciò si rimarcarono, quasi da per tutto, due espansioni o pennacchi luminosi situati nella corona e nel posto in cui era cominciato l'incontro de' due dischi. Ma chi li vide d'una forma e chi d'un'altra; taluni ne videro un solo; o due ne videro, ma in posti diversi. Io li ho citato solo perchè se l'agronomo vede in un eclisse totale sortire dal nero disco che in quell'istante si scorge, qualche protuberanza color di fuoco, la tenga in conto di quel che vale. Che se nel disco nero della *Luna* vedrà scintillare la luce del Sole come se la medesima, per servire all'immaginazione dell'ULLOA, fosse traforata, sappia che molti punti luminosi scoprironsi pure nel 1842, ed il VALZ due ne vide dai quali sembravagli sgorgasse proprio la luce Solare, giacchè simigliavano alle raggiere di cui decoransi le immagini dei Santi (3) e di poi un terzo con eguali apparenze: che il LIOUVILLE vide *splendori serpeggianti*: che lo ZANTEDESCHI osservò lampi intermittenti quasi getti di luce fosforica: che il WÜLLERSTORFF scorse la superficie Lunare tratto tratto attraversata pur da getti luminosi. Tutto questo si spiega dall'ARAGO senza uscir dal possibile, supponendo il passaggio di bolidi o stelle cadenti durante l'osservazione, quali diffatti furono segnalati in ITALIA per riferimento del PIOLA.

---

(1) Rispetto ai cani, il BALSAMO a MILANO ne vide due (che tenea di vista) rimaner impassibili: il PIOLA a LODI n'osservò uno da caccia farsi inquietissimo, ed ululare.

(2) Lo ZANTEDESCHI vide alcuni uccelli che sorpresi nel volare dall'oscurità, tra quali alcune rondini e un piccione, com'è naturale, urtavano ne' muri, fumaiuoli, ecc. e cadevano. Il PIOLA ch'era sott'un albero, rimarcò che gli uccelletti soltanto cessarono il loro canto: infatti posando sui rami si trovavano in diversa condizione di quelli dello ZANTEDESCHI. Le API osservate dal MAJOCCHI appena cominciò l'eclissi, si ridussero all'alveare come fanno verso sera, e ne sortirono appena rividero il Sole, come se fosse ritornato il mattino.

(3) *Ayant fort bien la position des traînées qui forment la gloire des saints.* VALZ lettera all'ARAGO sull'eclissi dell' 8 luglio 1842.

Eclissi di Sole non producono i *Pianeti*, ma il loro passaggio sul disco Solare vien notato qualche volta con effetti memorevoli in ispecie per la scienza. Così del 1631, dal GASSENDI venne osservato il *passaggio* di *Mercurio* sopra il *Sole*. Non mancarono però anche questi *passaggi* di produrre talora spaventi ed altrettanto ridevoli presagi (1).

3462. **Conchiudendo sull'eclissi**, i pochi cenni tracorsi giovano all'agronomo:

1° per convincersi che solo per abusare l'altrui credulità, si può annunciare l'apparizione di un eclissi come un funesto presagio.

2° che tra gli effetti notevoli si dee tenere in conto, come ho detto (§ 3460) quello della rugiada.

3° similmente il doppio salto di temperatura quando l'*eclissi* avvenga in giorni ed ore assai calde, e sia quasi o appieno totale.

4° Le ulteriori osservazioni decideranno se i pennacchi di fuoco sporgenti dal disco Lunare (§ 3461) appartengano al Sole, o piuttosto alla sua terza atmosfera, distinta al § 3406, nota 1, in quantochè sieno da ponderare queste parole dell'ARAGO: *Se cotesto terzo inviluppo esiste, esso darà per avventura la chiave d'alcune tra le grandi e deplorabili anomalie che si rilevano nel corso delle stagioni* (2).

[12] Calendarii (*) e Lunarii.

3463. **L'almanacco** (3) è il libro più diffuso ed il più esteso eziandio nelle campagne. Sino dal 1579 ENRICO di FRANCIA proibiva a tutti i compilatori di almanacchi di fare direttamente o indirettamente predizioni intorno affari dello Stato o degl'individui. Anche GIACOMO I Re d'INGHILTERRA, per lo stesso motivo, limitò il diritto di comporre almanacchi alle Università, ed alla compagnia de'cartolai. Il conoscere le divisioni civili dell'anno, le feste mobili e stabili, la posizione delle principali Stelle fisse, del Sole, della Luna, dei Pianeti, le Eclissi ecc. sono tutte nozioni in parte anche indispensabili al campaiuolo. Vi si potrebbero aggiugnere quelle conghietture sul tempo, che le nozioni meteorologiche, e l'osservazione possono fornire di qualche probabilità. Ma non mai spacciare menzogneri vaticinii. Lo che si suole dai fabbricatori d'almanacchi per la gran ragione che non sanno farli; conciossiachè questa sia faccenda ben altro difficile che non si crede. I pronostici, le frottole, e le menzogne vi si inseriscono da chi non sa invece corredarli delle nozioni veramente utili al popolo. Però in questo caso accade, come all'almanacco di BERLINO, che il popolo nol compra più (4).

---

(1) Una celebre congiunzione di pianeti accadde nel 1524, predetta tre anni prima dal VIRDUNGO nel *Prognosticon super novis.... planetarum conjunctionibus*. Si temea ne conseguisse un altro diluvio universale, pronostico che da G. NISO venne combattuto.

(2) ARAGO. *Annuaire pour* 1845, loc. cit., pag. 465.

(*) *Calendario* da *calende*, nome dato dai *Romani* ai primi giorni di ciascun mese. I *Greci* non aveano *calende*, onde il proverbio del *rimandare alle calende greche*, ciò che protraesi indefinitamente.

(3) *Almanacco* da *man*, che presso gli Orientali è il nome della Luna.

(4) L'Accademia di Berlino avea per rendita principale il profitto del suo Almanacco;

Ma entriamo in argomento.

3464. **Giorno siderale.** Il *meridiano* d'un paese è il circolo che passa per lo *zenith* del medesimo e pei *poli* della Terra. Il piano di questo circolo e che passa pei detti tre punti, è il *piano meridiano.* L'equatore si definì al § 3380. Sia diviso l'equatore in 360 parti, e per ciascuna divisione s'immagini un piano, che passi egualmente pei due poli. La sfera diverrà distinta in 360 porzioni o fusi (§ 1702) analoghe, come dice l'ARAGO, a tante fette di melone. Fatta questa ideale divisione, osservando le stelle, si troveranno così separate e collocate in ispazii larghi all'equatore e sempre più stretti andando verso i poli; ed esse vi permangono come vi si trovano, le une più vicine all'equatore, l'altre più o meno prossime ai poli. Il moto del firmamento procede come se fosse tutto d'un pezzo: onde in questa rivoluzione della sfera celeste, quei 360 circoli colle loro stelle passano successivamente l'un dopo l'altro pel nostro *zenith* coincidendo col nostro *piano meridiano.* Noto l'istante in cui accade questo che appunto chiamasi *passaggio* al meridiano, effettuato da una stella qualunque, e noto l'altro istante in cui ripassa nuovamente nella notte successiva. Questo tempo d'intervallo forma il *giorno siderale.*

3465. **Giorno solare.** La *inclinazione dell'asse* giova mirabilmente a rendere fruttifera e abitabile la *Terra* (1). Il dissi ed eziandio che v'è mestieri della inclinazione dell'orbita terrestre (§ 3442). Ora occorre spiegarne il come.

Il Sole che si può supporre collocato in uno de' circoli dianzi descritti, si parrà trascinato come le stelle, dal moto generale del firmamento diretto da Levante a Ponente: ma inoltre il vedremo animato da un moto inverso, da Ponente a Levante. Perciò contando per *giorno solare* l'intervallo di tempo tra due *passaggi* del *Sole* medesimo al *meridiano*, questo tempo non sarà lungo come quello impiegato dalle stelle, perchè non istà fermo com'esse, ma necessariamente più lungo perchè camminando il Sole in senso contrario, dovrà giugnere più tardi. Ogni giorno poi il Sole descrive così un piccolo arco nel suo movimento proprio: collocando questi archi uno dopo l'altro si trova che il Sole percorre un circolo massimo metà a settentrione e metà a mezzogiorno dell'equatore, circolo il cui piano si chiama l'eclittica (§ 3402).

3466. La **Terra e non il Sole**, il sa l'agronomo, adempie a que' movimenti ora supposti eseguiti dall'astro maggiore: ma si preferisce l'apparenza Solare, benchè a dir vero resti più paradossale il supporre che il Sole cammini verso l'occidente, e nel tempo stesso retroceda verso oriente. Intanto il lettore ha compreso che una stella vicinissima al Sole si troverà nello stesso punto 24 ore dopo precise, mentre il Sole essendosi nel frattanto recato più innanzi, vi si troverà un poco più tardi. Suppongasi scelto il punto dell'*equinozio di primavera*; il Sole per ritornare allo stesso punto preciso, cioè per fare, in virtù del

---

vergognandosi quegli Accademici di stampare predizioni con inganno del prossimo, vi sostituirono argomenti più sodi e vantaggiosi: ma scemando quasi affatto la vendita, fu mestieri tornare alle cabale.

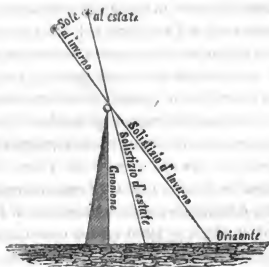
(1) KEILL. Esame della Teoria della Terra di BARNET. Se l'eclittica coincidesse coll'equatore, gli abitanti al di là del 45° grado di latitudine, godrebbero assai meno il calore del Sole, e i viventi tra l'equatore e il 45° grado, esposti troppo ai raggi del medesimo avrebbero anche un calor maggior se la posizione della Terra fosse retta.

citato movimento proprio, una rivoluzione compiuta, ossia per percorrere tutta l'*eclittica*, impiega giorni 365, e qualche cosa meno d'un quarto di giorno, (in valor decimale 0,2422); e questo chiamasi l'*anno tropico*. Dunque il Sole arriverà dopo la stella un intervallo di tempo risultante dalla divisione dei 360 gradi di cui si compone l'intera periferia dell'*eclittica* da lui percorsa, pel detto numero di giorni 365,2422, cioè 0°, 59′, 8″ 3.

3467. Il **tempo medio** ha origine dalle ineguaglianze dei *giorni solari*, perchè in quel supposto moto retrogrado, il Sole non percorre realmente porzioni della eclittica eguali tra loro: perciò da un mezzogiorno all'altro occorrono differenze sensibili. Quindi la necessità di un termine *medio*, ossia giorno *medio* che viene indicato coll'aiuto del pendolo. Gli orologi degli Osservatorii notano il *giorno siderale*; gli orologi solari il giorno *solare*; gli orologi comuni ben fatti il giorno *medio*. La differenza tra il *tempo medio* e il *tempo vero* chiamasi *equazione* del tempo, e quando taluno per celebrare il proprio orologio afferma che va col Sole, ne proclama un difetto anzichè un pregio.

3468. Il **giorno solare**, come ho detto, s'ottiene dall'*orologio solare*. Rimemorando la costruzione della *meridiana* (1) descritta al § 1168, mi resta solo a soggiugnere alcun altro cenno di GNOMONICA. Dalle premesse rimane chiarito non trovarsi il Sole all'ora di mezzogiorno sempre egualmente elevato sull'orizzonte: altezza massima nel *solstizio d'estate*, minima in quello d'*inverno*. Quindi la diversa obliquità de' suoi raggi luminosi, onde il *gnomone*, notissimo agli antichi per misurare le ore del giorno, e l'epoche dell' anno coll'ombra. Supponi innalzato l'obelisco della fig. 806. Il *Sole* a mezzogiorno essendo nel piano del meridiano, l'ombra dell'obelisco copre la meridiana del luogo, ma la sua estremità tanto più si scosta dalla base quanto più il Sole è basso; l'ombra adunque più lunga risponde al solstizio d'inverno, la più breve a quello d'estate. Dividendo in tante parti eguali la differenza tra i due estremi dell'ombra, o meglio segnando ciascun giorno la lunghezza della medesima, potresti segnare per terra sul piano dell'orizzonte il tuo calendario (2).

Fig. 806.

3469. L' **orologio solare** si potrebbe ottenere similmente col *gnomone*, com'è quello del citato § 1168, che gli si preferisce, quantunque di più difficile

(1) La più celebre meridiana è quella eseguita da Domenico Cassini, nella chiesa di S. Petronio di BOLOGNA, valendosi del *gnomone* costruito da Ignazio DANTE, sin del 1576.
(2) Nell'anno 813 a FIRENZE col *gnomone* della chiesa cattedrale, si rilevò che il Sole entrava nel segno dell'*Ariete* il 18 marzo invece del 21.

costruzione, giacchè la condizione unica del *gnomone* sta nel erigerlo esattamente verticale. L'*orologio solare* si compone di una verga di ferro chiamata *stilo*, situato e parallelo all'asse della terra, o collocato nella direzione del polo celeste. Oltracciò fa d'uopo avere un orologio assai giusto, e la costante avvertenza di segnare d'ora in ora per tutto il tempo che il *Sole* colpisce lo *stilo*, le direzioni dell'ombre da esso proiettate sul piano in cui trovasi infisso.

3470. **Riforma del Calendario.** L'anno degli Egiziani si componea di giorni 365; invece l'anno vero astronomico conta giorni 0,2422 di più (§ 3466). Questa differenza di quasi un quarto di giorno fa che se il Sole, ad es., era il 21 marzo dell'anno 1850 nell'equatore, in quest'anno 1854 vi arriverebbe solo il 22 marzo. È facile comprendere che in un secolo il Sole perverrebbe all'equinozio di primavera un numero di giorni $= 0{,}2422 \times 100 = 24$, cioè a mezzo aprile, e così via dicendo. L'anno Romano si componeva di 304 giorni, di poi Numa lo portò a 355, e infine colla giunta d'un mese intercalare (*mercedonius*) a 366 (1). Per far coincidere l'anno civile coll'astronomico, i pontefici assegnavano arbitrariamente la lunghezza di quel mese intercalare. Ma la sconcordanza divenne tale, che la messe non corrispondeva più a un tal mese, la vendemmia a un tal altro, le feste *autumnalia* si celebravano in primavera, quelle del mietere, nel bel mezzo dell'inverno. Tale insomma il disordinamento che Giulio Cesare (2) destinò d'emendare il calendario, aggiunse all'anno 708 di Roma 445 giorni affine di mettersi al corrente, che venne stabilito fissando la durata dell'anno a 365 giorni e un quarto, ossia 365,2500. Se non che l'anno vero risultando solo giorni 365,2422, la differenza, comechè minima in apparenza, col volger de' secoli accennò un difetto contrario a quello risultante dal calendario Egiziano, in causa dell'opposito eccesso di $0{,}2500 - 0{,}2422 = 0{,}0078$ sul tempo vero, e l'equinozio nel XV secolo anticipava già di molti giorni il 21 marzo. Quel quarto di giorno si compensava col fare ogni quarto anno di 366 giorni, volgarmente noto sotto nome di *anno bisestile*. Ma in 100 secoli la differenza ascendeva a 78 giorni sull'anno reale. Scopertosi nel 1582 che l'equinozio di primavera invece di presentarsi il 20, accadeva il 10 marzo, si soppressero dieci giorni, dichiarando che l'indomani del 4 ottobre sarebbe il 15, colla *riforma Gregoriana* (3), si continuò l'intercalazione degli anni bisestili, salvochè pegli anni secolari si decise di conservare bisestili quelli soltanto il cui numero di secoli è divisibile per 4. Ad esempio, il 1600, il 2000 ecc. rimasero bisestili: il 1700, il 1800, il 1900 ecc. si destinarono per anni comuni: infatti 16 e 20 sono divisibili per 4, invece 17, 18, 19 non lo sono. Con questa riforma non si ha che una differenza di 3 giorni dopo 10 mila anni (4).

---

(1) Ogni anno replicavasi in Roma la cerimonia del chiodo confitto nel tempio di Giove Capitolino, per indicare gli anni al popolo.

(2) Cesare scrisse sull'astronomia, e Lucano lo descrive in atto di fare osservazioni astronomiche.

(3) Così detta perchè dovuta a Gregorio XIII papa, al secolo Ugo Boncompagni da Bologna.

(4) L'anno vero o reale in 10 mila anni

conta giorni	3,652,422.		
L'anno Egiziano	3,550 000	differenza in *meno* giorni	102,422.
L'anno Giuliano	3,652,500	differenza in *più* . . .	78.
L'anno Gregoriano	3,653,425	differenza in *più* . . .	3.

3471. La divisione dell'anno segnavasi anche in 8 parti, secondo CATONE, concorrendo alla determinazione di detti periodi il levare delle *Pleiadi*, quello della *Canicola* ecc. (1), come si specificherà nel LIBRO II, ove si noterà eziandio la divisione in 7 parti preferita dai GRECI (2). Ma dell'*anno*, dell'*ora*, del *giorno* e della *settimana* si vorrà ricordare quanto premisi ai § 435 e seguenti, e basterà quanto n'ho di presente soggiunto, perciocchè nella METEOROLOGIA AGRARIA tornerà in acconcio farne qualche altra parola.

3472. Del **ciclo Solare**, del **Lunare** e della **indizione** si disse nel CAP. V, § 671. Non dirò nè del *numero d'oro*, ch'è il detto *ciclo lunare*, nè dell'*Epatta*, nè delle *Lettere dominicali*, perchè temo d'essermi anco di soverchio dilungato.

3473. Fo fine al Capitolo e gravemente m'incresce di due contrarie obbiezioni che questi poveri studii d'Astronomia si saran meritate. Diranno i più amorevoli della Scienza avere io ommesso troppe nozioni principali. Più altri vorranno colparmi d'averne offerte molte affatto impertinenti all'Agronomia. Non so quindi altro scampo che raccomandarmi al discreto animo de' benevoli. Essi calcoleranno che con queste poche investigazioni, parecchi errori ed illusioni si dileguano.

Dal cenno sulla *Luna* non discende forse la improprietà di chiamare la Luna, piuttosto *Luna* di marzo che d'agosto o d'altro mese, conciossiachè sia sempre la medesima, e la sua intera rivoluzione s'adempia in diverso periodo di quello de' mesi? Ho procacciato di argomentare la mancanza d'acqua e di atmosfera lunare, di formare giusto concetto delle sue montagne (3), di revocare in dubbio l'esistenza di vulcani lunari, affinchè maggiore si faccia il convincimento dell'esagerata importanza della Luna ne' terrestri negozii. Ma (senza toccare della *Luna orizzontale*, della *Luna del cacciatore* ed altre analoghe nozioni meno opportune) non ho trascurato quanto vale a dimostrare la verità della sua influenza secondo i dati astronomici, salvo il disputarne la misura e gli effetti reali, eliminando i supposti od esagerati (4), col sussidio de' dati meteorologici.

Dal cenno sulle *Comete* non discende forse l'informazione convenevole per congliietturare i vari effetti delle loro apparizioni, e di ripudiare in pari tempo le fanfalucche de' cabalisti?

Da quello sull'*Eclissi* non emerge egli altrettanto?

3474. Se non che, farei mostra di avvocatare il mio qualunquesiasi lavoro.

---

(1) M. VARRONIS, *De R. R.*, Lib. I, Cap. 28.

(2) Erano; *ἔαρ*, primavera; *θέρος*, estate; *ὀπώρα*, autunno; *μετοπωρον*, autunno inoltrato; *σποριτον*, principio d'inverno (tempo di seminare); *χειμῶνα*, inverno; *φυταλιαν*, fine dell'inverno, tempo di piantare.

(3) Gli astronomi in generale omettono la ragione da me addotta al § 3451 fondata sull'eccessiva temperatura del disco *lunare*, che da secoli avrebbe dispersa ogni minima quantità di fluido alla sua superficie. Similmente non hanno valutata la circostanza delle vuote cavità della Luna, onde l'altezza delle sue montagne vien calcolata dal fondo delle medesime cavità, mentre l'altezza delle terrestri si calcola dal livello delle acque, di cui le parti concave della superficie terrestre sono piene (§ 3447 in nota).

(4) Le cognizioni astronomiche saranno sempre più confacevoli all'agronomo, che non le formole astrologiche, di cui CATONE lasciò quel celebre saggio nel Capo CLX della sua opera, insegnando come levare l'incanto nelle lussazioni col soccorso delle parole magiche *daries*, *dardaries*, *astataries*, ecc.

Rifacendomi alle supposte obbiezioni, risponderò che ommisi di parlare delle *variazioni*, delle *evezioni*, delle *librazioni* e di tanti subbietti astronomici, per la stessa ragione che mi fece preferire quelli di cui ho ragionato. La quale m'impone di omettere tutte le nozioni che non servono, e viceversa trascegliere quelle necessarie allo intendimento de' successivi studii agrologici. Il vario sviluppo dato alle medesime dipende poi dalla legge inevitabile che nelle ISTITUZIONI come le presenti, non si deono sentenziare proposizioni ma dimostrarle.

CAPITOLO XI.

GEOLOGIA AGRARIA.

SOMMARIO. — *Sezione* I. GEOLOGIA PRELIMINARE. — *Sezione* II. GEOGRAFIA, o cognizione generica della superficie terrestre. — *Sezione* III. GEOGNOSIA, o cognizione della struttura terrestre. — *Sezione* IV. GEOGONIA, o cognizione della formazione terrestre. — *Sezione* V. GEONOMIA, o cognizione della superficie terrestre coltivabile.

5475. La **Scienza della Terra** costituisce la GEOLOGIA. Distinguesi per varie parti, secondo il metodo che adotta ciascun geologo. Io m'atterrò al seguente che formerà subbietto d'altrettante SEZIONI.

SEZIONE I. **Geologia generale**, o cognizione preliminare della Terra.
» II. **Geografia**, o cognizione generica della sua superficie.
» III. **Geognosia**, o cognizione della di lei struttura.
» IV. **Geogonia**, o cognizione della sua formazione o natura.
» V. **Geonomia**, o cognizione speciale del suo strato coltivabile.

Prefinito un LIBRO allo studio dell'*Aria* (Libro II, METEOROLOGIA AGRARIA), uno allo studio dell'*Acqua* (LIBRO III, IDROLOGIA AGRARIA), un altro infine a quello della *Terra* (LIBRO IV, GEONOMIA), e prima il successivo CAPITOLO alla MINERALOGIA AGRARIA, rimane riservata al presente la pura generica investigazione degli accennati cinque rami della scienza. Le ragioni dell'adottato metodo sono queste.

5476. La **Storia naturale della Terra** forma il vero subbietto della GEOLOGIA. Il *geologo* adunque deve adempiere alle condizioni cui soddisfano i naturalisti, come il *botanico* ed il *zoologo*, ai quali, almeno per mia stima, spetta non solo conoscere dell'esterna ed interna conformazione degli esseri organici; ma eziandio la ragione e i modi di esistere, le funzioni, e fenomeni di cui son

causa od effetto, come vuole la nobiltà della scienza, l'utilità pubblica e l'altezza dell'umano ingegno, sagacemente tentando la Natura, con alacre animo investigare.

3477. **Intemperanza di novità** non mi mosse all'esposta divisione.

In primo luogo (almeno per una parte) n'ho illustre esempio dal COLLEGNO (1).

In secondo luogo, io non so qual fisiologo al mondo saprebbe discorrere l'origine, le funzioni degli organi del corpo umano, senza prima conoscerli. La GEOLOGIA non si limita alla descrizione dello stato attuale del nostro Pianeta; interroga il passato; ragiona delle incessanti mutazioni presenti; attenta eziandio di perscrutarne l'avvenire. Qual più vasto campo per l'immaginazione? Ora questa se non si governa colla estesa nozione dei fatti, può solo riuscire ad ipotesi ingegnose, ma crollabili ad ogni nuovo passo della scienza, e sostituite da altre egualmente lusinghevoli, e perciò periture. Lo spettacolo della Natura vien dipinto con sì attraenti colori nello studio della GEOLOGIA, che prima di accingersi ad interpetrare le sue mirabili opere, fa d'uopo con severa costanza, vederle, osservarle, e contemplarle.

3478. La **Geologia Agraria** così spartita (§ 3465), e sciolta dallo studio dell'*aria*, dell'*acqua* e del *terreno* (rimandato ai LIBRI II, III e IV) non riesce però meno ardua, men sublime e meno importante. Quasi magnifico atrio ad ingresso nel gran Tempio della Natura, non può esserne men degno e incantevole. Non sarà però questo mio che un fuggevole abbozzo; troppo lo spazio mi strigne, e la foga delle materie trabocca, e il poco ingegno vien meno.

SEZIONE I.

Geologia preliminare.

[1] Il nostro Globo.

3479. La **Terra è sospesa nello spazio** (CAPITOLI VII e X). Solida e liquida nella superficie, la sua rotondità poco o nulla rimane alterata dalle montagne, comechè, a' nostri occhi, giganteggianti sul livello del mare. Vedi tu quell'Alpe? tu sei minimo al suo confronto, più che al tuo la formica. Ma quell'Alpe eziandio è minimo ciottolo rispetto alla Terra; questa un grano di sabbia nell'oceano dei mondi. Le montagne adunque sono alla Terra, il dissi poco dianzi (CAP. IX), meno che all'arancio le piccole rugosità della sua scorza; e a petto dello spazio poco meno di nonnulla.

3480. La **forma della Terra** nello schiacciamento ai poli (di cui al § 3441) offre la differenza maggiore ove si ponga mente al di lei centro, perchè la superficie n'è discosta all'*equatore* presso a 21,000 metri più che al *polo*. Nel § 1997 s'avvertì alla conseguente diversità d'intensione della gravità

(1) COLLEGNO. *Elem. di Geologia pratica e teorica.* TORINO, G. POMBA e C., 1847.

sui corpi situati nell'una o nell'altra regione; onde il loro peso, più s'accostano all'*equatore*, diminuisce: e più scema ancora perchè, in causa della rotazione del nostro *globo*, ivi la forza centrifuga è maggiore, e nulla ai poli.

3481. **L'atmosfera, o aeriforme inviluppo della Terra**, qualunque siane l'altezza, termina con superficie concentrica alla *Terra* stessa, ed uniforme quanto l'oceano in calma. Questo affermano i *geologi*, ma nel **II Libro** non iscarse ragioni ne faran dubitare altramente.

3482. **Terra, aria, acqua e fuoco** erano gli elementi degli antichi. Similmente nell'aspetto generico del nostro globo, gli ammette il *geologo*: perciocchè la divisione del materiale di cui è costrutto, si presenta sotto forma solida, e comprende quanto può designarsi col nome di *terra*; sotto forma liquida, come fiumi, laghi e mari ecc., e potremo dirla *acqua*; la parte in istato aeriforme è l'*aria*: la sostanza *eterea* ci si disvela nel *fuoco*, di cui patente saggio danno i *Vulcani*.

3483. Del **calor proprio della Terra** si discorse nel § 2470, oltre l'accennato fenomeno de' *Vulcani*, pei quali sembra che un central fuoco per ampie fauci e spaventose prenda spiro e disfogo. Nè per ora c'incombe altro investigarne, perciocchè della *Plutonica* ipotesi come della *Nettuniana*, nella **IV Sezione** sia pur da tenere almen breve e sommesso ragionamento.

[2] La Terra secondo gli antichi Italiani.

3484. La **Geologia degli antichi Italiani** porge un quadro preliminare degl'incessanti mutamenti del globo, che può egregiamente servire di prologo ai più moderni e compiuti studii sul principio di evoluzione progressiva e costante, inerente alla natura del nostro Pianeta. Oltrechè gli Etruschi aveano sul fuoco centrale della Terra idee analoghe a quelle de' moderni (1), chi legge e medita dei seguenti passi d'Ovidio, comincia a farsi un concetto così chiaro ed istorico delle vicissitudini o meglio sviluppamento della scorza terrestre, che perciò gli ho voluto, sull'esempio del Lyell (2), rimemorare.

Nulla muore a questo mondo, proclama Ovidio (3): *le cose non fanno che variare e cambiar forma.* Dopo queste ed altre generiche premesse, pone per asserti:

1. « La terra ferma fu convertita in mare;
2. « Il mare cangiò in terra. Conchiglie marine giacciono lungi dall'Oceano; l'àncora fu dissotterrata sulla vetta del colle;
3. « Valli furono scavate dalle correnti: le inondazioni nabissarono monti nel mare;
4. « Paludi si colmarono di terra;
5. « Terre asciutte impaludarono;
6. « Pel tremuoto inaridiscono sorgenti: altre in altri luoghi scaturiscono.

---

(1) Lucidus. *De ostentis*, pag. 186.
(2) C. Lyell. *Princ. de Géologie*, trad. par Mad. T. Meullien, Liv. I, Chap. I.
(3) Ovidio. *Metamorph.*, Lib. 15.

Disertano l'alveo alcuni fiumi per ricomparire in altro luogo;

7. « L'acque d'alcuni fiumi erano dolci, or sono amare;

8. « Terre ch'erano isole, mercè *delta* ed alluvioni divennero continente;

9. « Penisole (esempio la SICILIA) staccaronsi dal continente, ed or sono isole ».

5485. Ai **vulcani** appropriò SENECA la formazione di alcune isole (1). Quella delle montagne si attribuiva da CECCO d'ASCOLI a rivoluzioni del globo, deducendolo dalle piante fossili (2), sulle quali, non che sull'ossa fossili, si rese tanto celebre LEONARDI DA VINCI. Di questo grande è anche più rimarchevole l'opinione onde propugnò la provenienza delle conchiglie, e petrificazione di foglie, e piante marine, trovate nei colli, cui assegnò l'origine dai più sagaci geologi di presente assentita, ed egregiamente disputata dal FRACASTORO (3). Dove noterò avere egualmente il CARDANO professato analogo pensamento, dichiarando che le conchiglie petrificate indicano evidentemente il soggiorno dei mari sulle montagne (4). E ritirandosi le acque, opinava il CESALPINO, essere state le conchiglie abbandonate sui continenti; anzi il MAJOLI conghietturava provenissero da eruzioni vulcaniche, siccome più tardi ritenne pure LAZZARO MORO. A FABIO COLONNA decesi la prima osservazione della doppia provenienza delle conchiglie, dipendendo le une da testacei marini, l'altre da testacei terrestri. Ma ormai trapasso i limiti del breve epilogo che mi proposi: de' moderni geologi italiani verrà il torno più innanzi: or ne taccio (5).

[3] La Geologia dell'Agricoltore.

5486. **L'importanza degli studj geologici** si palesa da se medesima all'agronomo pratico, che sa quanto valga pel successo della coltivazione la qualità non solo del terreno, ma la sua giacitura, esposizione e sovrapposizione a strati di varia natura. Senza nozioni geologiche non si procede con sicuro tatto al rinsanimento dei terreni paludosi, o sommersi, o minacciati di scoscendimenti, o steriliti da sorgive, o incoltivabili perchè mancanti d'acque potabili (LIBRO XII). Oltracciò colla scorta della GEOLOGIA AGRARIA, è agevole il cimentarsi alla ricerca delle marne, alla scoperta di pietre calcari, di combustibili fossili, ed altre ricchezze minerali che il coltivatore ha spesse volte sotto il passo senza punto avvedersene. Allorchè si considera l'estensione de' materiali terrosi che ricoprono l'ossatura del globo, sorge pronto il dimandare a se stessi,

Qual è l'origine loro?

Sono eglino veramente frantumi delle rocce che ricuoprono?

E se frantumi, dipendono eglino dal tempo, e dagli agenti fisici e chimici?

5487. Ma quando scorgesi che pochi di cotesti suoli o strati superficiali

---

(1) SENECA. *Nat. Quaest.*, VI, 21.

(2) D'ASCOLI CECCO; *L'Acerba*, Lib. I Cap. 8.

(3) Avversarii erano il MATTIOLI, il FALLOPPIO, il MERCATI ecc.

(4) BROCCHI. *Con. Foss. Sub.* Dis. ecc., Vol. I, pag. 57.

(5) Il LYELL cita l'opera dello STENONE, *De solido intra solidum naturaliter contento*, e soggiugne: *Cet ouvrage atteste la priorité de l'école italienne dans les recherches géologiques* ecc. Principes de Géologie. Ediz. cit., Vol. I, pag. 62.

hanno la stessa composizione degli strati o rocce sottostanti: quando sotto il terreno coltivabile scopresi letto di ciottoli, o di sabbia: quando altrove soggiace un ammasso di antichi vegetali costituenti una distesa di torba più o meno perfetta: quando vi si trova zampillo d' acqua che vien recando foglie di piante vegetanti in altro terreno; quando rinvengonsi residui d'animali viventi in lontanissime regioni, o non più esistenti sulla Terra, convien pur conchiudere: *questo luogo è altro luogo da quel che era.*

3488. **Tra le molte utilità**, di questa prima si tolga a meditare; che quelle rocce, quella ghiaia, quella sabbia, quello sterile strato insomma sottostante, ove fosse ignudo, senza quella coperta, quella sottilissima scorza di feconda materia, sarebbe svestito di vegetabili, e la Terra priva d'esseri viventi. Le convulsioni adunque, gli sconvolgimenti, le rivoluzioni del globo, onde il *luogo non è più quel che era*, sono origine e vita di *quello che è.* Ti spaventa l'uragano, il fulmine, e più il tremuoto e più ancora il Vesuvio che inghiotte campi, terre, castella, e città intere nella cenere ardente? China la fronte: il sepolcro dell'uomo è la culla del bambino che gli succede!

3489. Se non che mi farai segno ch'esco di tema. All'opposito, scesi anzi alla conchiusione finale, perchè s'apra intero il concetto sulla importanza agronomica de' geologici studi. La vita della Terra, non è un sogno del CARUS. I suoi sussulti, i suoi tremiti, il suo aere che mugge e scroscia la dirotta, le sue arterie di onda furente e limacciosa che solca la rupe, e ricolma il padule, il suo mare che lidi ora crea ed ora inghiotte, questa tumultuosa esistenza del globo che ci sopporta, essa sola formò l'enormi dighe alpigiane, le non guadose fiumaie, che spartiscono i popoli con diversa lingua, diverso cuore, diverso costume, con altra terra, e altro cielo! E il campo di cui squarci il suolo col metallo che la Terra t'apparecchiò nelle sue viscere, ti porgerà frutti secondo le qualità del terreno che le geologiche di lei vicende vi hanno deposto, e secondo lo strato cui lo sovrapposero. Di più, il profitto della tua coltivazione dipende eziandio dai confini ch'esse al tuo campo crearono. Imperciocchè d'altre cure avrai uopo ingiocondo, se precipitoso rivo il corroda o superbo fiume il sommerga, o lugubre alpe gli tolga che il grande astro l'aggiorni, o scoscesa rupe ne slontani il viandante, o negra foresta celi agguato di belva, o di facidanno. Nè meno ti graverà se ampio lago di ghiariccio, o di sabbia ti separi a lungo tratto da centri popolosi; o morbifera palude, velenando l'aere, storni dal tuo campo il robusto braccio che il dee fecondare.

3490. **Sdegnosa la Geologia** non tenne conto dell'ultimo velo materiale della sottile corteccia chiamata *strato vegetale*, ond'è interriato questo globo, occupandosi soltanto delle sue membra gigantesche, de' suoi crateri estinti od ignivomi; della sua *nettuniana* sommersione, o *plutonica* incandescenza. Che importava al geologo la crosta aratoria, la di cui spessezza a confronto del diametro terrestre non eccede un capello? Ma non ha guari vennero apprendendo i migliori a mostrarsi più degnevoli della scienza alimentatrice degli uomini (1),

---

(1) Nel fare la descrizione geologica della FRANCIA, Elia DE BEAUMONT e il DUVERNOY compresero qual lacuna rimanesse ommettendo lo studio della formazione degli strati terrosi. Di poi il DE CAUMONT propose che oltre la *carta geologica*, la FRANCIA avesse

convincendosi che la Geologia, per essere utile, dee porgerle i suoi lumi: e quindi tanto più emerse l'importanza per l'agricoltore di conoscere quel poco ch'e' sinora fecero, e desumere dagli altri loro più elevati studii, quanto possa tornare applichevole all'Agrologia.

SEZIONE II.

Geografia agraria

o

COGNIZIONE GENERICA DELLA SUPERFICIE TERRESTRE.

SOMMARIO. — I. Nozioni preliminari. — II. GEOGRAFIA universale. — III. GEOGRAFIA matematica. — IV. GEOGRAFIA fisica. — V. GEOGRAFIA botanica. — VI. GEOGRAFIA zoologica. — VII. GEOGRAFIA antropologica.

3491. La **definizione della Geografia** è facile quanto estesissima, perciocchè significa *Descrizione della Terra*. Che sia *mare*, che sia *lago*, ovvero *continente*, *promontorio*, *capo*, *isola*, e via dicendo: quali i *Territorii*, gli *Stati*, i *Regni*, gl'*Imperi*: quali i *costumi*, i *commercii*, la *milizia*, il *naviglio* dei diversi popoli, formano l'oggetto della GEOGRAFIA propriamente detta. Ma col procedere della umana sapienza ad altri subbietti eziandio s'ebbe ad estendere; e ne' recenti anni in ispecie crebbero a gran lustro ed utilità pubblica la GEOGRAFIA FISICA, la GEOGRAFIA BOTANICA, la GEOGRAFIA ZOOLOGICA, e l'ANTROPOLOGICA. Compreso come per solito un sunto di NOZIONI preliminari, verrà distinta perciò la presente SEZIONE di questa guisa.

ART. I. **Nozioni preliminari.**
» II. **Geografia universale.**
» III. **Geografia matematica.**
» IV. **Geografia fisica.**
» V. **Geografia botanica.**
» VI. **Geografia zoologica.**
» VII. **Geografia antropologica.**

3492. **Protesto** innanzi tratto di attenermi all'esposta distinzione, senza pretendere che sia inemendabile. Non pochi comprendono nella GEOGRAFIA FISICA la distribuzione degli esseri organici (1), altri nella GEOGRAFIA propria inseriscono nozioni *geologiche* pure, ecc. Il tutto dipende dalle definizioni che si attribuiscono alle Scienze o rami di scienze su cui versi la trattazione. D'al-

---

eziandio la sua *carta agricola*. In qualche Trattato recente di Geologia, si aggiunse la Geologia applicata all'Agricoltura. Quello del d'ORBIGNY riguarda tutte le industrie.

(1) Così fa il MENEGHINI nelle sue *Lezioni orali di Geografia Fisica*. PISA 1851; il CORTAMBERT negli *Élém. de Géogr. Physique*. PARIS 1849 ecc. MALTEBRUN — Géographie Universelle. Tom. I, Liv. 37. Géographie Physique, pag. 405. — Bruxelles 1832.

tronde tali e tante correlazioni esistono tra tutte le scienze, che riesce malagevole il non abusare, discorrendo dell'une, il dominio dell'altre. Infine l'epilogo di nozioni cui procedo, limitandosi a quanto reputo indispensabile in questi agrologici studii, risulta così conciso che non mi pare improvevole seguire la distinzione meglio adatta al mio scopo.

Art. I. Nozioni preliminari.

5493. **Dov'è posto il tuo predio?** Sai, pel Capo antecedente, qual punto occupi la *Terra* nello spazio, e quantunque abbi appreso, se da te nol sapevi, ch'essa viaggia del continuo, conosci però le sue distanze, la sua posizione rispetto agli altri globi del firmamento. Il tuo predio è un minimo pezzo della sua ultima scorza; ma senza la Geografia non comprenderesti in qual punto della *Terra* il tuo piè la calpesta, il tuo vomere gliene scalfisce l'epidermide.

Qualsiasi luogo sta in un emisfero, in una zona, a tanti gradi di latitudine e di longitudine: e da questi gradi, da questa zona dipende il clima, e tu ben ricordi da quanti secoli Teofrasto abbia detto la *stagione fruttifica e non la terra* ! Non ti gravi dunque s'io parlo di quanto vale a indagare la posizione del tuo predio.

5494. **Emisfero** significa metà della Terra. Egli è l'*equatore* (§ 3350) che ne disegna le due parti. *Boreale o settentrionale* l'*emisfero* più freddo: *australe o meridionale* il più caldo. Il *meridiano* (§ 3443) taglia ogni emisfero in due parti, l'una *orientale* e l'altra *occidentale*.

5495. **Latitudine** ho detto (§ 3443) chiamasi la dimensione della *Terra* dal Settentrione al Mezzogiorno: essa è dunque divisa in due parti dall'*equatore*; havvi la *Latitudine* dell'emisfero *australe*, e quella del *boreale*: quindi la *latitudine meridionale*, e la *settentrionale*. Supponesi l'*equatore*, come ogni altro circolo massimo della sfera, diviso in 360 parti che chiamano gradi suddivisi ciascuno in 60 parti dette *minuti di grado*. Perciò ogni *latitudine* ha 90 gradi e si contano partendo dall'equatore sino all'un dei poli. Stando nel tuo predio vedi il *carro* ossia *orsa maggiore*, e la *stella polare*: esso è dunque posto nell'*emisfero australe*; e se lo *zenith* (§ 3379) o punto nel cielo direttamente verticale al tuo capo, in di d'*equinozio*, rimane egualmente distante dalla stella polare, e dal Sole, quando scocca il meriggio, n'indurrai sito il predio ad equidistanza dal *polo* e dall'*equatore*, quindi a metà della *latitudine* australe; e potrai conchiudere ch'è posto a 45 gradi di *latitudine meridionale*.

5496. La **longitudine** o dimensione della *Terra* da Ponente a Levante come fu avvertito (§ 3443) si conta da un *meridiano*. Ma perchè indefinito numero di *meridiani* si ponno tracciare in una sfera (§ 1677) rimarcai designarsene uno di convenzione. Perciò il tuo predio avrà tanti gradi di *longitudine* da Parigi, ovvero tanti altri dall'Isola del Ferro, oppure dall'Osservatorio di Greenwich: conoscendone una, facilmente trovasi il calcolo delle altre (1).

---

(1) La *telegrafia elettrica* potrà essa sola quind'innanzi soccorrere a determinare con rigore le *longitudini*.

3497. **In qual zona è il tuo predio**, che ha per supposito 45 gradi di *latitudine?*

Le principali differenze di temperatura osservate alla superficie del globo a seconda della *latitudine*, motivarono una divisione della TERRA in cinque *bande* o *zone*. Al di qua e di là dell'*Equatore* a distanza di 23 gradi e 28 minuti, due circoli paralleli detti *Tropici* limitano la *zona* di mezzo, chiamata *zona torrida*, divisa quindi per metà dall'*Equatore*. Tra questi *Tropici* ed i *Poli* altri due paralleli a distanza dai *Tropici* di gradi 33 circa, e quindi dall'Equatore di gradi 61 circa; chiamansi *Circoli polari*, e le due *bande* tra essi *Circoli polari* ed i *Tropici* limitano altre due *zone* dette *temperate*. Infine le due *calotte* (§ 1766) al di là dei *Circoli polari* comprendenti i *poli*, vengono impropriamente chiamate *zone* esse pure, e distinguonsi coll'aggiunto di *glaciali*.

3498. I *Tropici* non sono determinati a capriccio: ma passano pei punti *solstiziali* (§ 3404), onde il nome di *tropico* esprimente *ritorno* (1), perchè il *Sole*, nel suo moto apparente, pervenuto a descriverli, retrocede verso l'*Equatore*. Il *Tropico* al Nord passa pel primo punto del *Capricorno*, e dicesi *Tropico del Capricorno*, mentre l'altro passa pel *Cancro* e chiamasi *Tropico del Cancro*.

3499. **Cinque zone** adunque si contano:

ZONA TORRIDA: quella di mezzo larga circa 47 gradi.

DUE ZONE TEMPERATE larghe ciascuna gradi 33 circa, l'una *boreale*, l'altra *australe*.

DUE ZONE O CALOTTE GLACIALI, l'una *artica*, l'altra *antartica*.

Riguardando con attenzione la fig. 791 tanto l'*Equatore* che i *Tropici* e i *Circoli polari* si distinguono nella *Terra* disegnata al Centro della figura medesima, e corrispondono agli analoghi *paralleli* della Sfera Celeste, perciocchè quelli della *Terra* sono concentrici a questi, come si comprende supponendo l'esistenza di piani che passino pei medesimi (§ 1693 ecc.).

3500. Il **clima** si considera sotto vari aspetti che riassumonsi in due principali:

I. CLIMI ATMOSFERICI e FISICI, costituiti dalla temperatura più o meno calda o fredda, secca o umida, dominante in ciascuna regione: e formano subbietto degli studii meteorologici nel II LIBRO.

II. CLIMI GEOGRAFICI O COSMOGRAFICI, designati da bande regolari tracciate da Levante a Ponente, costituenti di certa guisa la scala o gradazione dei più lunghi giorni e più lunghe notti dominanti sulla Terra a misura che procedesi verso i poli.

3501. La **provvidenziale inclinazione dell'eclittica** (§ 3442) fa che l'emisfero boreale come l'australe godano a vicenda dell'esposizione ai raggi del Sole. Quindi sotto l'*equatore* i giorni e le notti risultano costantemente eguali, ossia ciascuno di 12 ore: al di qua e al di là, ciascun emisfero ha durante sei mesi i giorni più lunghi delle notti, e negli altri sei mesi, le notti più lunghe dei giorni. Quando l'emisfero è volto al Sole, i giorni crescono, ognor più si procede verso il polo, di guisa che al Circolo polare durano 24 ore, ed al polo

(1) Da τροπη *ritorno*, perchè nel suo apparente moto, il Sole giunto a quella distanza dall'Equatore, sembra retrocedere.

havvi un solo giorno di sei mesi. Lo spazio compreso tra l'equatore e il circolo polare, cioè la metà della zona torrida con una delle zone temperate supponesi diviso in 24 *climi* ciascuno *di mezz'ora*, l'infimo de' quali resta limitato da due *paralleli* tra loro discosti in guisa che il più lungo giorno sia mezz'ora più corto di quello sotto il parallelo più vicino dalla parte del polo. Tra il circolo polare ed il polo, lo spazio vien distinto in 6 *climi mensili*, supponendo tanti paralleli tracciati in modo che gl'intervalli segnino la differenza d'un mese nella durata del giorno.

Art. II. Geografia universale.

3502. La **Geografia universale**, come il nome suona, comprende in qualche parte, ossia estendesi di qualche guisa nel dominio della GEOGRAFIA FISICA, della GEOGRAFIA BOTANICA ecc. Quando sola, nel suo stato presente, oltre la descrizione de' territorii, o vuoi degli Stati, unisce la determinazione di tutti i fatti relativi a ciascun paese, che possono servire di norma per giudicare del suo grado di prosperità e d'incivilimento. Come ciascun paese sia popolato e favoreggiato dal suolo, dal clima, dalla sua posizione, ed eziandio dal suo reggimento amministrativo ed economico, non che dai rapporti d'ogni specie coi paesi limitrofi, ed insomma quali sieno i suoi materiali e morali vantaggi e disvantaggi, ecco il têma della Geografia propriamente detta, o vuoi universale.

3503. Questo **campo vastissimo della Geografia**, campo che abbraccia la estensione di 150 milioni di miglia quadrate di superficie, e mille milioni d'uomini che vi dimorano, non può essere da lei compiutamente preso a rassegna e descritto in tutte le sue attinenze col triplice regno *mineralogico*, *vegetale* e *animale*, onde gran parte lascia a quelle GEOGRAFIE più speciali che ho noverate. Di certa guisa descrivendo essa le parti del globo, e notandone le politiche spartizioni artificiali, anzichè le fisiche o naturali, e facendo tesoro più presto delle nozioni sulle morali condizioni degli uomini che dell'altre pertinenti alla *Storia naturale* de' paesi, anzichè *universale* potrebbe dirsi per avventura GEOGRAFIA TERRITORIALE. Checchè ne sia, per l'agronomo poco monta sapere quanti milioni d'uomini conti la FRANCIA o la GERMANIA, e così di soldati, di navigli, di rendite o debiti ecc. Le nozioni che più l'interessano pertengono appunto alla *Geografia fisica*, ed all'altre sovra distinte: onde appena un tocco mi basterà sulla GEOGRAFIA PURA, propriamente detta.

3504. In **qual parte della Terra trovasi il tuo podere?**

La posizione dianzi rilevata si riferiva al posto, ossia luogo. Ora comple sapere in qual parte, perciocchè la superficie terrestre geograficamente dividesi in parti. E quali sono elleno?

3505. Per **divisione naturale della Terra** considerano i Geografi due emisferi:

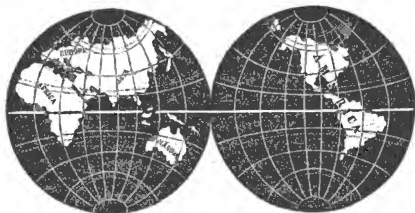
EMISFERO ORIENTALE: comprende le tre grandi penisole, EUROPA, ASIA ed AFRICA, con la maggior parte delle isole dell'OCEANIA; o la quinta parte del globo.

EMISFERO OCCIDENTALE: comprende l'AMERICA con tutte le altre isole dell'OCEANIA.

L'OCEANO bagna da ogni lato queste regioni, e copre circa due terzi della superficie del globo (1). Oltre tutti i *mari* e *golfi* che forma nell'interno de' *continenti*, compone 5 *mari esteriori*:

I due MARI GLACIALI verso i *poli*: l'OCEANO ATLANTICO tra l'EUROPA e l'AFRICA a *Levante*, e l'AMERICA a *Ponente*; il GRANDE OCEANO O MARE PACIFICO, o anche MARE del SUD, tra l'AMERICA a *Levante* e l'ASIA a *Ponente*; l'OCEANO INDIANO tra l'ASIA a *Tramontana*, l'AFRICA a *Ponente*, e la NUOVA OLANDA a *Levante*.

Il tuo predio, m'immagino, non l'avrai in AMERICA, egli sarà dunque collocato in quello che chiamano emisfero orientale, che di qualche guisa viene rappresentato nella fig. 807, e colla premessa contezza de' gradi di *latitudine* e

Fig. 807.

di *longitudine*, potrai rinvenire il punto in cui si trova la provincia o lo Stato cui esso appartiene.

Art. III. Geografia matematica.

3506. **Spetta alla Geografia matematica** il determinare la vera forma della *Terra*; segnarne le dimensioni: agevolare il calcolo delle distanze de' varii paesi.

Per questo triplice scopo ha ricorso ad osservazioni astronomiche, e divien quasi ramo dell'astronomia teorica, essendochè la Terra eziandio, checchè ci appaia in contrario, è dessa pure un corpo celeste. Può distinguersi nelle seguenti parti che mi limiterò a definire:

3507. **Geodesia**, la quale comprende i metodi geometrici ed astronomici applicabili alla misura della *Terra*, ed alla formazione delle CARTE GEOGRAFICHE

(1) I continenti e le isole sono calcolati della estensione di 134,650,000 chilometri quadrati: quella dei mari perciò risulta di 373,400,000 chilom. quadr. CORTAMBERT, *Élém. de Géogr. Physique*. PARIS 1849, pag. 70.

per oggetto di rappresentare sopra superficie piana il risultato delle *triangolazioni geodetiche* coi varii metodi di *proiezione*.

3508. **Topografia**, comprendente i metodi per rappresentare la configurazione e i particolari di un dato paese. La COROGRAFIA si limita ad un luogo, quasi diresti, *campografia*. L'IDROGRAFIA, alla superficie coperta da mari, fiumi ecc. L' OROGRAFIA, alle montagne.

3509. **Ipsometria**, calcola le altezze, la misura delle differenze di livello: e vi concorre l'impiego del *teodolite*, del *barometro* ecc.

3510. **Proiezione ortografica, e proiezione sterografica** si adoprano a rappresentare la terrestre superficie.

La *proiezione ortografica* della Sfera, è quella fatta sovra un piano che passi pel di lei centro. Supponi un emisfero in cui sia delineato un territorio colle sue città, villaggi ecc. Abbassando da ciascun punto del convesso disegno fatto sull'emisfero, tante linee perpendicolari al piano *equatoriale*, il contorno risultante dalla riunione de' punti d'incontro delle dette verticali nel piano accennato, costituisce la proiezione ortografica. Non altrimenti se il tuo podere sia situato con irregolare superficie sul dosso della collina, il tipo del tuo podere ne costituirà la *proiezione ortografica*, perchè si suppone disegnato nel piano formante la base della collina, la mercè de' punti d'incontro in esso piano delle perpendicolari abbassate dai diversi punti della periferia del predio medesimo (§ 1735).

La *sterografica*, si ottiene conducendo dal contorno delle stesse figure delineate sull'emisfero tante linee rette sul piano *equatoriale*, convergenti di guisa da riunirsi all'estremità del diametro del *meridiano*, vale a dire ad un polo della *Terra*, nel qual punto s'immagina collocato l'occhio dell'osservatore. La SEZIONE V del Capitolo VI ne avverte che questo metodo procaccia *carte* che sono vere *prospettive* (§ 1680 sul *Georama*).

Oltre questi metodi havvi quello del MERCATOR, che ommetterò di descrivere; soggiugnerò solo che anni sono s'introdusse il metodo di formar carte in rilievo, ed agevolano assaissimo il comprendimento delle ineguaglianze di superficie de' luoghi, perciocchè, quando bene eseguite, si scorgono con maggiore evidenza le *vallate*, i *bacini*, le *catene montane*, i *gruppi isolati di colline* ecc.

Art. IV. Geografia fisica.

3511. Lo **studio della conformazione della Terra**, ecco il principale subbietto della GEOGRAFIA FISICA. Partendosi dalle nozioni degli altri rami di GEOGRAFIA precedenti a questo, la GEOGRAFIA FISICA si limita ad investigare le condizioni fisiche della superficie terrestre, unitamente all'azione da esse in genere esercitata sul regno organico.

Quando troppo s'estendesse nella struttura, per così dire, anatomica del globo terrestre, invaderebbe il dominio della GEOGNOSIA: e se inoltre volesse conghietturare le cause di questa struttura e le modificazioni che può incontrare, penetrerebbe il campo della GEOGONIA.

3512. La **irregolarità della superficie terrestre** dee richiamare la prima osservazione, la più naturale e la più importante per l'agronomo. Prendendo per contorno della *Terra* la superficie del mare, trascurando anche il Pizzo dell'*Himalaia*, sporgente sul suo livello metri 7821, l'ITALIA n'offre l'*Etna* elevato 3227, il *Monte Rosa* 4736, il *Monte Bianco* 4810. Ma la crosta terrestre si deprime assai più sotto il mare che non s'innalza su di esso, giacchè nel mare *Pacifico* il Ross trovò un abisso di oltre 10000 metri (1). Dunque animali o piante che vivessero alla cima dell'*Himalaia* sarebbero distanti dal centro della *Terra* 17 mila metri più degli animali e piante viventi nel più profondo del mare. Esseri organici noti a quell'altezza ed a quella profondità per avventura non esistono. Ma il microscopio accerta che ne vivono, ed in numero indicevole, comechè tuttora sconosciuti.

3513. La **distribuzione delle due masse, solida e liquida,** presenta subito il fatto notevolissimo dell'estensione occupata dall'acque, maggiore quanto è 270 rispetto a 100, che non la superficie libera dalle medesime. Nel II° LIBRO si rileverà qual sommo interesse offra questo fatto, perciocchè il mare sia principalissimo elemento climatologico. Di presente appena soggiugnerò qualche cenno sull'elemento *liquido*, dopo alcun che sul *solido*, rimandando al citato LIBRO l'elemento *aeriforme*, ossia lo studio dell'atmosfera, ed ai LIBRI V e VI l'elemento *organico*. Soltanto adunque due parole sulla *terra* e sul *mare*.

[1] Terra.

3514. La **massa solida** del terrestre globo indico ora per *terra*, equivalente a quella parte della *Terra* o nostro pianeta, che si compone di *continenti*, *penisole* ed *isole*. Si calcola a 1400 mila miriametri quadrati la superficie solida, ma nulla sappiamo delle regioni polari, perchè nella sola *calotta* compresa dal circolo *polare antartico* (§ 3497) rimane inesplorata una regione di 7620000 miglia quadrate. In cotesta *calotta* i geli ne contrastano la investigazione: nell'altra, cioè in vicinanza del polo australe, si manifestano portentosi fenomeni vulcanici: ivi dunque l'impedimento del fuoco.

3515. La **configurazione delle montagne** non ammette regola: la GEOGRAFIA troppo bene addimostra che si perde il tempo volendo indagare la causa perchè alcune catene di monti seguono una direzione, altre son disposte a bacino ecc. Quasi tutte le vallate altra volta furono laghi; nella stessa guisa i laghi attuali, ove l'acque trovassero barriere meno indistruggibili per sortirne, diverrebbero bacini o vallate. Il mirabile fenomeno fisico da studiare, ad esempio, nelle Alpi viene offerto dalle ghiacciaie. Il monte *Bianco* n'ha 34 che lo circondano per l'enorme spazio di 95 miglia quadrate: e tutte quelle dell'Alpi si valutano a 1500 miglia quadrate. Immaginati che lo spessore di cotesti

---

(1) La profondità degli antichi mari primitivi si può rilevare, secondo il FORBES, dai testacei, i quali quando vivono al disotto di date profondità, non presentano colori vivi, onde lo stesso dee ritenersi de' fossili. FORBES, *Di una indicazione della profondità de' mari primitivi fornita* dai colori tuttora posseduti dai *testacei fossili*. Soc. R. di LONDRA, 23 Marzo 1854.

mari di ghiaccio non ha meno di 30 metri, ed arriva spesso sino a **150** e **200**! e riconoscerai qual influenza eserciti sì stragrande deposito di ghiaccio e nevi, non solo sul clima d'ITALIA, ma sulla di lei coltivazione, perciocchè da esso l'alimento principale al mirabile ingegno dello irrigare. Altri effetti e fenomeni dipendono eziandio dalle ghiacciaie, e lo studio loro non è fra i meno difficili problemi di GEOGNOSIA.

3516. I deserti presentano il contrapposto delle montagne in quanto a regolarità di superficie, benchè anche gli estesissimi piani che li compongono spesso siano ondeggianti per continuate ma discrete elevazioni e depressioni di suolo. Per chi studia l'Agricoltura come Scienza ed Arte di universale interesse, con quello scopo più largo e sublime che m'ingegno di raggiugnere in queste ISTITUZIONI, porge argomento di profonda e crucciosa meditazione il pensare a tanta superficie, in gran parte d'eccellente terreno, e per cause fisiche dannata a condizione di *deserto*. Hannovene tali, per qualità geologica del suolo; quindi per natura loro incoltivabili, e' non prestan subbietto a veruna considerazione agrologica. L'oceano di sabbia, notissimo deserto dell'AFRICA, la cui più grande porzione il *deserto di Sahara*, presenta l'aspetto delle onde del mare, comprende pochi colli rocciosi, deve la sua sterilità e solitudine alla mancanza d'acqua, come l'altra parte dello stesso deserto d'AFRICA, il deserto *Libico*, reclama esso la meditazione del vero agronomo. Vi sopraccorra l'acqua del *Nilo*, e il deserto diverrà il delta egiziano. Analogamente avea detto il gran Capitano: *l'Egitto senza il Nilo è il deserto.*

3517. Paragonando il nuovo Mondo e l'antico, si rilevano enormi diversità nella conformazione generale, e direzione prevalente delle principali catene di montagne. Eziandio riguardo ai vulcani spenti od attivi, analoghe differenze. L'altezza comparativa dei continenti non è facile a dedurre, comechè la GEOGRAFIA FISICA procacci di calcolarne la media elevazione. Questa, ad esempio, si valuta per l'EUROPA a **201** metri, mentre per la FRANCIA in particolare ascenderebbe a metri **261**. Nell'ASIA vien limitata a soli metri **76,50** rispetto ad una terza parte, laddove nel suo complesso perverrebbe a **345** metri sul livello del mare. Delle due AMERICHE la *meridionale* offre l'altezza media di metri **339**, la *settentrionale* soltanto di **225**; per l'intero nuovo Continente si calcolerebbe a **279** metri. Questi dati, meritevoli di considerazione, ma soltanto approssimativi, verranno tuttavolta a suo luogo richiamati nello investigare le capitali differenze della vegetazione spontanea de' due continenti.

[2] Acqua.

3518. È incalcolabile la massa d'acqua esistente alla superficie terrestre, di cui vuolsi che occupi, come ho detto, tre quarti d'estensione. Affermo incalcolabile: 1° perchè manca il dato della capacità de' mari, de' quali il fondo in gran parte non si perviene a misurare (1); 2° perchè oltre il mare,

(1) Pretende il LAPLACE, que sa profondeur moyenne (dell'Oceano in generale) est du même ordre que la hauteur moyenne des continents et des îles au-dessus de son niveau, hauteur qui ne surpasse pas mille mètres. *Système du Monde*. Tom. II, pag. 144. Ma l'AIRY, il LUBBOCK, il WHEWELL ed altri matematici trovano troppo ipotetici i dati sui quali il LAPLACE fondava il suo calcolo.

innumerevoli i laghi, le flumare, torrenti, rivi e rigagnoli da calcolare; 3° perchè oltre le sorgenti, pozzi, stagni ecc., senza palesarsi alla superficie, le recondite ossia latenti acque più o meno profonde, attestano l'esistenza di ampii laghi e bacini sotterranei che una vera *idrografia* anatomica della Terra non perverrebbe a determinare. I quali riflessi m'inducono a dubitare della comune affermazione di que' geologi, che dai mari stimano rappresentata allo incirca la totalità della massa d'acqua del globo.

3519. L'**incessante evaporazione** (§ 2139 ecc.) cui dà luogo si estesa superficie liquida, viene similmente calcolata, asserendosi dai Geologi pareggiabile ad uno strato dello spessore di un metro che coprisse tutto il globo. Intorno a che tornerà più in acconcio nel III Libro, ed in precedenza anco nel II°, indagare la probabile inesattezza, manifesta eziandio per l'incertezza del dato poco dianzi notato di troppo disinvolta affermazione. Ora il certo sta nella immensa copia d'acqua annualmente evaporata; ed il fenomeno fisico importantissimo del condensamento de' vapori in cui l'acqua convertesi, onde poi le nubi; e da queste la pioggia per ricondurre al mare l'acqua stessa che vaporizzando se n'era partita dal medesimo. D'onde sorgono varie ricerche gravissime:

1ª *L'acqua che ritorna al mare, eguaglia quella sottrattane colla evaporazione ?*

2ª *Vi ritorna essa nella stessa purezza ?*

3ª *Ciò non avverandosi che in minima parte, in qual proporzione stanno le materie estranee trasportate dall'acque ?*

3520. **Incorrottibile è l'acqua del mare** perchè salata, e tale vuolsi che fosse fin dall'epoca, per verità molto decrepita, in cui il mare ebbe origine. Hannovi però acque salate non troppo incorrottibili, in ispecie se con poco o senza alcun moto: tali in molti porti di mare, in certi stagni ecc. In conchiusione il movimento, come per l'acque correnti è manifesto, costituisce il migliore ostacolo alla corruzione. Il mare in burrasca può costar caro a qualche navigante: il mare compiutamente ed incessantemente tranquillo spegnerebbe la vita a tutto il genere umano.

3521. Delle **maree** ho fatto cenno più volte. Coteste oscillazioni della massa dell'Oceano, dipendono in gran parte, come si disse, dalla *Luna*, e più esattamente dalla differenza d'attrazione da lei esercitata sui due emisferi opposti, e sul centro stesso della *Terra*. Questa attrae la *Luna*, ma n'è attratta a vicenda (§ 1996). Quindi le parti terrestri più vicine al suo satellite, vengono più fortemente sollecitate a cadere di certa guisa verso il medesimo; e le più lontane lo sono più debolmente che non le parti centrali. La porzione mobile (ch'è la liquida) della superficie terrestre, non può resistere a quella forza d'attrazione come la solida: perciò l'equilibrio della massa liquida viene sturbato in senso contrario: giacchè la porzione nell'emisfero più vicino alla *Luna*, si solleva allontanandosi dal centro della *Terra*, intantochè la massa rimanente nell'emisfero più lontano, risente l'attrazione lunare secondo una direzione che la preme contro il medesimo centro del globo terrestre.

3522. **Questa spiegazione delle maree** non ammetterebbe la conghiettura esternata al § 3448 che l'attrazione lunare possa esercitare analoga

influenza in tutti i liquidi, qualunque siane la massa, compresi quelli circolanti eziandio ne' tessuti organici. Per verità l'effetto sarà minimo, inquantochè il diametro di una bollicina di liquido rappresenta una quantità trascurabile rispetto al diametro della *Terra*. Tuttavia lo innalzarsi dell'acqua del mare sulla sua superficie normale, nel punto ove più risente l'attrazione della *Luna*, dimostra che in genere la parte liquida qualunque siasi non può offerire alla attrazione del satellite la resistenza, o direi quasi impassibiltà della parte solida. Lo che basta per ora ad oggetto di stabilire la realtà di tale influenza, comechè minima ne paia la misura. L'oscillazione della marea nell'Oceano tende a seguire incessantemente il corso apparente della *Luna*, percorrendo dall'Oriente in Occidente uno spazio di un mille miglia per ora. Quest'enorme velocità, od in genere questo immenso effetto è proporzionato alla imponenza di quella massa di liquido. Effetti minimi risponderanno a masse minime: ma in Natura quanto ci appare minimo, ne lo afferma il microscopio, è molto più di nonnulla. Rispetto poi all'influenza di maree atmosferiche, siccome tutto il fenomeno delle maree, per così dire liquide, dipende dalla mobilità della materia che lo subisce, a maggior ragione deve per analogia incontrovertibile, applicarsi alla materia in istato aeriforme: io non comprendo insomma come non debbano accadere *maree atmosferiche*.

3523. **Correnti speciali ha il mare**, senza considerare le sue burrasche, ed altre cause d'agitazione. Le *correnti marine* hanno causa dai venti, e sono com'essi incerte e mutabili. Seconda causa costituiscono le *maree*, com'è ben naturale (§ 3448). Altra causa, la evaporazione attivissima nelle regioni *equatoriali*, promuove un richiamo dai poli, sollecitato eziandio dalla temperatura quivi tanto meno elevata; onde l'acqua fredda in ragione della sua maggiore densità incessantemente accorre a rimpiazzare quella che si solleva ed evaporando dilegua (1). Infine lo stesso movimento di rotazione della *Terra* (perciocchè sia nullo ai *poli* e massimo all'*equatore*) produce gli effetti che ove occorra saranno opportunamente presi ad esame.

Art. V. Geografia Botanica.

3524. La **distribuzione geografica degli esseri organici** merita particolare attenzione dall'agronomo. La storia naturale delle piante e degli animali, facendo conoscere in quali luoghi, in quali climi, e particolari condizioni abbia preferito la Natura in origine di collocarli e moltiplicarli, insegna all'uomo le migliori norme per la loro acclimazione e domesticità. Il MENEGHINI esclude da ogni esistenza di viventi:

I° *le sommità delle montagne* immerse nelle nubi;
II° *le aride ed infuocate sabbie dei deserti*;
III° *i campi devastati ed incendiati dalle conflagrazioni vulcaniche.*

---

(1) Le correnti oceaniche trasportano il calore della zona torrida a ristoro dell'eccessivo freddo delle zone ghiacciali, ove concorrono alla fusione de' massi di ghiaccio, e viceversa. V. BUIST, *Sulle correnti de' mari* dell'INDIA.

IV° *gl'incommensurabili abissi del mare*;

Egli stesso però ne adduce prove in contrario, e quando si ponga mente a quella specie di nuovo Mondo svelatoci dal microscopio, appena il puro fuoco e l'ardenti lave potremo ritenersi dannati ad assenza totale di vita.

3525. Il **dominio della vegetazione** nella regione delle nevi e per contrario nelle calde acque termali, vien anzi dimostrata anche da piante visibili senz'uopo del microscopio; questo poi ci fa conoscere non esistere pianta, o animale che non serva di soggiorno e di nutrimento a miriadi d'animalucci e piantoline. Esseri parassiti, le cui specie infinite meravigliosamente si adattano alle svariate circostanze in cui trovansi quelli dalla cui vita traggono e sostentano la loro. Nè altrimenti, sulla scoscesa marmorea rupe, o sull'arida e deserta piaggia, se la zona sia la temperata, crescono *Muschi* e *Licheni*; se per contrario la torrida, *Portulache* e *Gomfrene*. La vegetazione soffocata e distrutta dalla infuocata corrente eruttata dal *Vesuvio*, risorge tra non molto dalle sue ceneri tappezzando la fredda e scomposta lava, con maggior rigoglio di prima. Ma se il nuovo suolo non è analogo a quello dalla lava sconvolto e sepolto, la vegetazione (ove l'arte non sia intervenuta) si comporrà in parte di altre piante diverse dalle prime. La vita adunque, sia vegetale o animale, tende incessantemente a ricoprire tutta la terrestre superficie, adattandosi di certa maniera anco alle modificazioni da questa per tante cause e guise subita. Riguarda una landa, un incolto: accanto all'*erica*, se lieve bassura trattenga stagnante poc'acqua di pioggia, cestisce il *carice*, o il *giunco*, ed eziandio quella fatta di *giunco* o di *carice* cui quella data altezza d'acqua è più confacevole.

3526. Della **stazione**, dell'**abitazione delle piante** dirò nel V LIBRO, ove noterò pure i centri di vegetazione nelle diverse parti della *Terra*. Il cenno ora fatto sulla *distribuzione in genere* della vita vegetale, serve soltanto per indicare la correlazione geologica esistente fra le piante ed il luogo in cui naturalmente vegetano e si riproducono. Non posso tuttavia proceder oltre senza sporre alcuni riflessi, da tenere in conto sulla distribuzione geografica de' vegetali.

3527. I. La **temperatura** costituisce la prima condizione della loro esistenza piuttosto in un paese che in un altro. Colà dove agghiaccia la *linfa*, solo a determinate specie d'alberi è dato resistere, perchè le loro radici penetrano a profondità ove la temperatura è meno depressa, e ne traggono calorico che, preservato dagli strati legnosi e corticali, impedisce alla *linfa* di agghiacciare.

3528. II. L'**intensione della luce** ha la sua influenza: ad esempio le piante *sempreverdi* amano i luoghi ombreggiati a differenza d'altre che non prosperano senza molta luce ecc.

3529. III. L'**umidità** sembra quasi la principale ragione della varietà offerta dal tappeto della vegetazione. Dove abbonda, esso componesi di piante a tessitura molle, delicata, spugnosa, con pochi *peli* e non molti *stomati*. Dove scarseggia, presenta vegetabili compatti, succosi, ricchi di *peli*, e poveri di *stomati*.

3530. Alla **Botanica microscopica** finora non pensarono i botanici rispetto alla distribuzione geografica delle piante che compongono questa classe di tanta importanza per l'agricoltura, in ispecie pur troppo per gli enormi danni

che arreca. Subbietto da riassumere nel V LIBRO, insieme alle altre particolarità di GEOGRAFIA BOTANICA più notevoli per l'Agrologia.

Art. VI. Geografia zoologica.

3531. **Altri paesi altri animali.** Questo detto, non in termine assoluto, ma genericamente è così vero che uno stesso animale in dato luogo ha un tipo, una forma, un mantello, un costume diverso che in altro luogo. Il bue della montagna, così pel zoologo come per l'agronomo, è assai diverso da quello del piano : lo stesso avverasi tra il cavallo *sardo* e l'*inglese*, ovvero tra l'*arabo* ed il *lorenese* e via dicendo. Se non che mal s'addice ora parlar di razze, mentre la GEOGRAFIA ZOOLOGICA versa intorno differenze più capitali. Essa comincia dal distinguere o distribuire gli animali secondo l'elemento in cui vivono, intendendo per elementi *terra*, *aria*, ed *acqua*, o in realtà il mezzo in cui esistono.

3532. Il qual **mezzo in cui vivono** mal soddisferebbe però alle ricerche necessarie onde stabilire la distribuzione geografica degli animali. Il mare d'AFRICA contiene pesci comuni anche nel mare di GENOVA, ma in quello se ne comprendono molte specie non viventi in questo, e viceversa. Viaggiando per le diverse parti del globo, ad esempio uscito d'ITALIA pervenendo nell'AFRICA meridionale, appena trovi picciol numero d'animali simiglianti a quelli veduti in EUROPA, e t'incontri nell'*elefante* a grandi orecchie, nell'*ipopotamo*, nel *rinoceronte* a due corna, nella *giraffa*, in torme di *gazelle* ecc. per tacere di tanti altri animali. Or non ti fanno eglino fede d'esser giunto in altra terra, sott'altro Cielo?

3533. Il **numero delle specie** forma subbietto di meraviglia, giacchè sieno terrestri o marine, havvi differenza notevolissima recandosi dal *polo* all'*equatore*. Pochissime le specie di animali nelle *terre polari*, crescono di numero nella *zona temperata*, e finalmente nelle regioni tropiche non si può senza stupore contemplare la varietà pressochè infinita d'animali che a quella elevata temperatura soggiornano. Ma nel VI LIBRO destinato agli studii *zoologici* questi ed altri particolari di geografica distribuzione verranno, per quanto interessa all'agronomo, investigati. Pel nesso che hanno cogli studii geologici, soddisfano per ora i seguenti riflessi.

3534. I° **Riflesso.** Le zone di più elevata temperatura, non solo contengono maggior numero di specie animali, ma sembra maggiore il grado di organica perfezione, di guisa che i climi più caldi sono la dimora degli animali che nella loro fisica struttura più s'accostano a quella dell'uomo.

3535. II° **Riflesso.** Nel nuovo Mondo si trovano viventi molti animali analoghi a quelli di cui scopronsi gli avanzi e scheletri *fossili* nel vecchio Continente, benchè le specie non sieno appieno conformi.

3536. III° **Riflesso.** La vita animale si rinviene ovunque in istretta relazione colla vegetale. Dove non vive il *cactus*, ivi impossibile la *cocciniglia*. Onde poi l'Agricoltore può trarre il principio — ove florido il *gelso*, ivi gagliardo il *baco da seta*.

3537. In generale, dove scarsa la vegetazione, come nelle *regioni polari*, ivi scarsi gli erbivori, in conseguenza anco i carnivori, il cui immenso numero, forza e bellezza, nelle vergini terre del nuovo Mondo, attestano l'influenza di quella secolare e stupenda vegetazione.

Art. VII. Geografia Antropologica.

3538. Il **novero dell'umana popolazione** dai Geografi si rappresenta con cifre discordanti, onde il totale forma una somma mentosto reale che approssimativa. La geografica distribuzione delle nazioni, le svariatissime favelle tuttavia collegate per affinità delle loro radici, le differenze di forme esteriori, di tipi fisionomici, le diversità di caratteri fisici e morali, sono tutti argomenti di moltissimo interesse, ma che non possono entrare nel quadro delle ISTITUZIONI Agrologiche altro che nei rapporti da contemplare nell'VIII° e IX LIBRO.

SEZIONE III.

Geognosia
O
COGNIZIONE DELLA STRUTTURA TERRESTRE.

3539. **Conoscere il globo terrestre** non conta meno quanto conoscere la propria casa. Questo non si ottiene senza sapere in qual posto sia, da che circondata, quali i fondamenti e sotterranei, quale il numero degli ambienti, la grossezza e solidità de' muri, delle travi, ed all'uopo anche se costrutta di mattoni, ovvero di pietre ecc. Nè sì di breve potrai descriverla volendo darne esatta contezza. Immagina quindi qual faccenda risulti la descrizione di una casa, com'è il nostro Pianeta. Limitiamoci adunque a conoscerne quelle parti di cui più ci serviamo, sia per diretto modo che per indiretto, e stiamo contenti d'un colpo d'occhio sul tutto insieme. Alla descrizione di quelle parti più speciali, ARIA, ACQUA, e TERRA proveggono il II°, III° e IV LIBRO, ed alcun poco il CAPITOLO ultimo del LIBRO presente. A quel colpo d'occhio i brevi cenni che seguono, in tre Articoli:

ART. I. **Della struttura in genere della scorza terrestre.**
» II. **Materiali** della **crosta terrestre** o LITOLOGIA.
» III. **De' terreni e strati che la costituiscono** o STRATIGRAFIA.

3540. Lo **scopo della Geognosia** si limita alla descrizione di quello ch'esiste, e come attualmente esiste. La GEOGONIA dirà poi le cause per cui così fatto esiste; quale probabilmente esistesse in tempi geologicamente antichissimi; e le mutazioni contemporanee e future cui possa per avventura soggiacere.

Art. I. Struttura in genere della scorza terrestre.

3541. L'aspetto generale della crosta terrestre, oltre la parte *liquida*, presenta materiali spesso mobili, alcuna volta resistenti, semplici o composti cui s'è dato nome di *rocce*, quando in masse abbastanza notevoli. Dalla GEOGRAFIA BOTANICA e ZOOLOGICA emerse (§ 3526, 3533) la diversità delle forme organiche, vegetali o animali: dalla GEOGRAFIA FISICA, la differenza di generale conformazione tra il nuovo Mondo e l'antico (§ 3517). Ora, si osservi coll'HUMBOLDT (§ 2535), se tu passi da questo all'altro emisfero, tutto sembra cambiarsi in fuori delle masse minerali. Nuove piante, nuovi animali, nuovi pesci, nuovi molluschi, e sino altre stelle in quel Cielo; ma le diverse specie di minerali, e la piupparte delle *rocce* sono le medesime. Dovunque perciò loro si applica la naturale divisione in due classi corrispondenti ai due poderosi agenti (*fuoco* ed *acqua*) cui si attribuisce la loro formazione.

3542. L'anatomia della Terra, acciò mi valga di questa espressione, richiederebbe sezioni, ad esempio, con piani che passassero per la cresta delle catene montane, e pel centro della *Terra* medesima. Metodo, materialmente impossibile, atto nondimeno, idealmente concepito, a dimostrare condizioni geologiche di somma utilità pratica. Dal costume volgare di osservare le montagne, si traggono impressioni erronee, anche rispetto alla relativa elevazione delle diverse cime. Col metodo delle sezioni verticali, dette anco *diagrammi*, si rilevano relative posizioni di luoghi eziandio che appaionci nel piano, e talora elevati quanto vere colline, rispettivamente ad altri più prossimi al livello del mare.

Nella figura 808, sezione delle più alte Alpi, ne indicano

D. Dole	P. V. Punta di Varens
L. Lago di GINEVRA	S. Servoz
H. Hermance	B. Breven
E. Les Etoiles	C. CHAMOUNIX
V. I Voirons	M. B. Monte *Bianco*
M. Le Mole	A. B. Allée *Blanche*
A. Il fiume *Arve*	

Fig. 808.

A-B M-B C B S P-V A M V E H L D

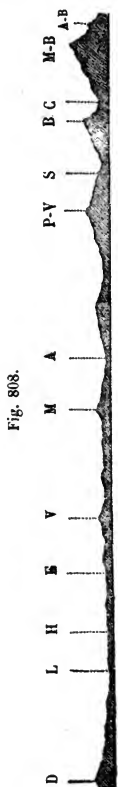
Scorgesi CHAMOUNIX, così basso rispetto al monte *Bianco*, giacere elevato quanto il VOIRONS, tanto superiore al LEMANO, ed anche all'ÉTOILES. Più sensibile risulterà quest'avvertenza, prendendo Sezioni dell'ITALIA. Immaginandone una

per la linea più breve tra i due mari (fatta con una scala abbastanza grande) come di qualche guisa può indursi dalla fig. **809**, dove esprimono

Fig. 809.

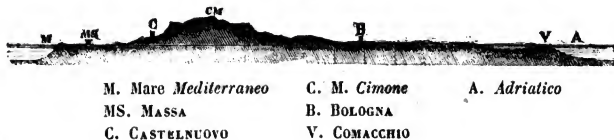
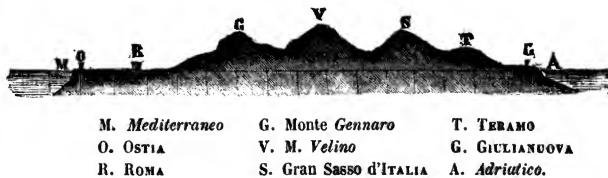
M. Mare *Mediterraneo* — C. M. *Cimone* — A. *Adriatico*
MS. Massa — B. Bologna
C. Castelnuovo — V. Comacchio

si rileva l'elevatezza (sul mare) di Bologna; del Cimone in confronto di Firenze o Forlì; o del Monte S. Benedetto rappresentati da F *f*, ed S B nella seguente figura **810**, ove inoltre V esprime Volterra. Lo stesso vuolsi ripetuto

Fig. 810

pel confronto con Roma, mercè la Sezione data dalla figura **811**, dove

Fig. 811.

M. *Mediterraneo* — G. Monte *Gennaro* — T. Teramo
O. Ostia — V. M. *Velino* — G. Giulianuova
R. Roma — S. Gran Sasso d'Italia — A. *Adriatico.*

3543. Nè il **metodo de' diagrammi** offre solo questo risultato. Valendosi delle esplorazioni geologiche, cui danno campo le spaccature di alcuni monti, le fenditure di rocce, e l'escavazioni sia operate dall'acque, sia dall'arte nelle miniere e ne' tagli e gallerie per le Strade Ferrate, si ottiene, per così dire, di sfogliare il portentoso libro cui può pareggiarsi la crosta Terrestre, formata *ab antico* quasi come di tante pagine diverse, l'una all'altra sovrapposte. Se non che cotesto libro spesse volte fu rovistato da poderosa copia di *sostanza eterea* sottoposta a quelle pagine; la quale quando a quando n'emerse forzando porzioni delle pagine inferiori ad irrompere e prendere posto sulle superiori, come verrà meglio chiarito nella IV Sezione.

3544. I **Vulcani** attestano anche al giorno d'oggi cotali emersioni di materie profondamente collocate, e spinte a considerevoli altezze sul livello del mare. Spesso, come ad esempio nel *Vesuvio*, sospingono dal loro cratere vere

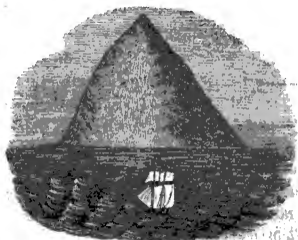
cupole che perdurano più o meno, poi squarciandosi danno passo alle lave, e ricadono in frantumi entro quell'abisso medesimo (fig. **812**). Oltre un centinaio

Fig. 812.

forse di vulcani tuttora ardenti, moltissimi estinti, il cui cratere si riempì d'acqua, si celano sotto l'apparenza di un lago. Intere contrade cui compete il nome di *vulcaniche*, palesano evidenti le vestigia e gli effetti di antichi vulcani. I torrenti di lava traboccanti da quelli in ignizione, percorrono estensioni notevoli di paesi; e le ceneri, qualche volta il vento le porta sì oltre, che nell'eruzione dell'anno **452**, scrisse Procopio, quelle del Vesuvio arrivassero sino a Costantinopoli ! Altri vulcani, senza sviluppo di fuoco, eruttano acque limacciose, e fango (1). Disfogo e violenta irruzione d'interne sostanze, che ha poi luogo eziandio nella parte di suolo ricoperta dal mare. Del **1811** sortiva dal mare, nelle Azore, l'isola Sabrina, e le Azore medesime muovono da vulcani sottomarini, come attesta la forma conica del Pico dell' isola, rappresentato dalla fig. **813**.

(1) L'eruzioni fangose, i così detti *vulcàni di fango*, *vulcani d'acqua*, *salse* ecc., l'*emanazioni di vapori*, *gas* ecc. non si osservano solo presso i vulcani ardenti, ma dovunque nell'Alpi, Appennini ecc., e quasi appaiono ultimi spiragli di vulcani estinti. « A Pietramala, sul vertice dell'Appennino fra Bologna e Firenze, hannovi notissimi « terreni ardenti, e polle gorgoglianti per *idrogeno carbonato*: l'odore di queste vampe « è in alcuni tempi decisamente bituminoso. Poi discendendo s' incontrano nell'Imolese « i *borborismi* o *bollitori* di Bergullo, e le sorgenti gasose salsissime dei contorni di « Riolo. Sul confine dell'Imolese e del Bolognese, cinque sorgenti gasose s'incontrano « presso S. Martino in Pedriolo. Soffii minori d'*idrogeno solforato* si manifestano...... « nel rio *Servino*...... Presso i bagni della Porretta, nell'alto Appennino, trovansi sor- « genti gasose infiammabili, termali e salse: alcune correnti di *gas idrogeno* vi servono « per illuminare i bagni ecc. ». Bianconi, *Storia naturale de' terreni ardenti*, pag. 53.

Del **1814** comparve l'isola BAGOSLAW nell'Arcipelago ALEUZIANO, e del **1831** altra isola vulcanica sortiva dal mare di SICILIA, ecc.

Fig. 813.

3545. I **Terremoti**, ora terribili oscillazioni orizzontali del suolo, talvolta scosse verticali, ovvero un sollevarsi ed abbassarsi repentino del terreno, benchè non sempre sommuovano nello stesso istante grandi estensioni di superficie, tuttavia in alcuni casi agitano e scuotono tanta parte della medesima da doversene congbietturare assai profonda nelle viscere della *Terra* la causa onde sì energica potenza a sconvolgere (1). Sublime la descrizione del terremoto delle CALABRIE, da leggere nella storia del COLETTA! e ben sufficiente per conoscere i formidabili effetti, e le devastazioni prodotte da codesti fenomeni, creduti parosismi e convulsioni del nostro Pianeta.

3546. I **sollevamenti ed avallamenti** accompagnano di sovente queste irregolari perturbazioni della terrestre superficie; non però comparabili a quelli onde l'emersione delle giogaie e catene attuali di montagne, e in generale il presente stato ed esterna configurazione della scorza terrestre. Del che, alla IV SEZIONE, cui deono appunto precedere alcune nozioni di LITOLOGIA e STRATIGRAFIA a questa SEZIONE pertinenti.

Art. II. Litologia o descrizione generica de' materiali componenti la scorza terrestre.

3547. Alla **Mineralogia** (§ 3475) spetta la cognizione de' particolari de' corpi inorganici naturalmente formati nel seno della Terra, che crescono per

(1) Il terremoto della NUOVA GRANATA nel 1826 fece sentire i suoi effetti sullo spazio di più milioni di miriametri quadrati. Quello di fatale celebrità che distrusse LISBONA nel 1755 si estese alla LAPPONIA, alla MARTINICA, alla GROENLANDIA, risentendosene tutta EUROPA.

sovrapposizione (§ 46), e costituiscono la massa terrestre. Gli *elementi primitivi* principali de' materiali medesimi furono studiati nel CAPITOLO della CHIMICA AGRARIA. La LITOLOGIA dà i nomi ed i caratteri *empirici* tanto dei minerali, come delle rocce che informano.

[1] Sostanze materiali.

3548. Le **sostanze principali**, costituenti per la massima parte le grandi masse della scorza del globo, sono poche, avvegnachè le specie minerali ben determinate, ch'entrano nella sua composizione, si valutino a 400. Ma quelle per l'abbondanza loro considerate come essenziali, riduconsi alle seguenti:

1. QUARZO: sostanza vetrosa trasparente durissima: trovasi nel *granito* e nel *porfido*: la *pietra focaia*, il *diaspro* ecc., i ciottoli biancastri de' torrenti che non possono rigarsi coll'acciaio, sono varietà di *quarzo*, il *Cristallo di rocca* è *ossido di silicio*, ossia *quarzo puro*;

2. ORTOSE; 3. ALBITE; 4. LABRADORITE, costituiscono tre *feldspati;*

5. RIACOLITE O FELDSPATO VETROSO, trovasi in lave o rocce vulcaniche;

6. MICA: di aspetto metallico, trovasi in pagliuole e laminette nel granito, tra le sabbie del *Po*, della *Dora* ecc.;

7. TALCO, ha i caratteri della *mica*, ma è untuoso al tatto, non elastico;

8. CLORITE, pagliuole di color verde scuro poco untuose, non flessibili;

9. STEATITE compatta di diversi colori, ma chiari: si taglia col coltello;

10. SERPENTINA, simile alla *steatite verde*, ma dura;

11. ANFIBOLA, quasi sempre verde, di struttura lamellare: una sua varietà costituisce l'*amianto*;

12. PIROSSENO, il verde diversifica dall'*anfibola* solo per lo scheggiamento (§ 2095 in nota); il nero (*augite*) entra ne' basalti, lave nerastre;

13. DIALLAGIO, facile a rigare con punta d'acciaio; lamellare: ora verde, ora color bronzo. Appartiene alla famiglia de' silicati;

14. IPERSTENE, splendore quasi metallico; color bruno, durissimo;

15. CALCARE o calce carbonata, vedi § 2931;

16. DOLOMIA bianca o grigia opaca; riga il vetro; è più ruvida del calcare, e meno effervescente; la pietra da rasoi è una dolomia compatta; è un *calcare magnesiaco*;

17. GESSO (§ 2933).

18. ANIDRITE, non effervescente, non facile a rigare coll'unghia;

19. SAL GEMMA; 20. ARGILLA; 21. COMBUSTIBILI, tre sostanze a tutti notissime.

3549. Le **sostanze disseminate nelle rocce**, senza formarne parte essenziale, sono principalmente: 1° GRANATE; 2° ANFIGENE O LEUCITE, quasi granate bianche; 3° TORMALINA, d'ordinario in piccoli prismi neri a faccie convesse; 4° PERIDOTO O OLIVINA, grani vetrosi verdognoli, nelle lave nere, ne' basalti; 5° PIRITI (ferro solforato), cristalli di color giallo-dorato con aspetto metallico; 6° TOPAZIO; 7° DISTENE, di bell'azzurro celeste, frequente nelle rocce delle Alpi; 8° ZEOLITI minerale d'origine vulcanica.

[2] Caratteri generali delle rocce.

3550. **Generate dal fuoco o dall'acqua** (§ 3541) si presumono le masse minerali, in quanto l'uno de' due elementi antagonisti abbia presieduto alla loro composizione. Esplorate a dovere, le une si riconoscono il prodotto, il risultato ultimo della materia in fusione; le altre, della materia sommersa e depositata dall'acqua. Osservazione confortata con quella sulle formazioni analoghe del continuo rinnovate sotto i nostri occhi. Alle falde del VESUVIO, le frequenti eruzioni porgono esempii di formazioni ignee. A contiguità ed allo sbocco di torrenti e fiumane, i sedimenti, alluvioni ecc., offrono quelli di formazioni create dall'acque. Percorrendo adunque in qualunque luogo la superficie terrestre, camminerai sovra una di queste due specie o classi, o gruppi che dir ti piaccia.

3551. Un **riflesso gravissimo** occorre in questo luogo. Gli enunciati odierni fenomeni di produzione per *via ignea* o *via acquea* (eccetto rarissimi cataclismi), sono pallida dipintura di quelli da cui mosse l'attuale conformazione del globo. Le cause si presumono le medesime: ma convien consentire che abbiano allora agito con energia infinitamente maggiore di quella offertaci dagli analoghi fenomeni contemporanei.

3552. **Rocce semplici o composte** diconsi eziandio le *masse minerali*, secondochè costituite da una o più sostanze minerali. Queste poi considerate isolatamente, formano, come dissi, il subbietto speciale della MINERALOGIA, di cui tratta il CAPITOLO successivo, rimanendo alla GEOGNOSIA lo studio più generico di esse quando costituiscono rocce massicce, e in relazione al grado che occupano nella formazione della terrestre superficie.

3553. **Rocce pirogeniche, ignee o plutoniche**, quali come ho detto anche oggigiorno l'azione vulcanica produce: infatti le correnti di lava, raffreddando assodano, o cristallizzano al pari delle rocce cristalline componenti il nerbo delle catene montane.

3554. **Rocce sedimentarie o nettuniane.** Cotidianamente l'acque tributano al mare materiali agguantati ai Continenti, e li depongono in istrati regolari che spesso formano eccellenti terreni coltivabili. Ma, come dissi, questi, anzichè rocce sedimentarie, chiamansi alluvioni.

3555. **Rocce metamorfiche** quelle chiamano al cui attuale stato concorse tanto l'azione dell'acqua che quella del fuoco: formate cioè da prima per la *via umida*, in causa di sopravvegnente roccia nello stato incandescente, o anco d'esalazioni con temperatura elevatissima, subirono modificazioni da disconoscere quasi la loro origine primitiva.

[3] Struttura delle Rocce.

3556. La **struttura esterna** delle rocce le distingue in *massicce* o *stratificate*. Dicesi *schistosa* o *sfogliata* la roccia quando sfaldasi come le *ardesie* di LAVAGNO. Talune rocce hanno screpolature o fessure onde separansi in frammenti a facce piane e parallele e la loro struttura in tal caso dicesi *pseudoregolare*.

3557. Le rocce semplici (§ 3552) mancando *struttura di separazione* percosse col martello svelano diverse specie di fratture: l'*unita o eguale*, la *diseguale*, la *granellosa*, la *concoidale*, la *scheggiosa*, la *saccaroide*, la *ceroide*, la *resinoide* ecc.

3558. Le rocce composte hanno *struttura d'aggregazione* da distinguere come segue:

1° *Struttura granitoide*; il *granito* specie di riunione di minerali cristallizzati.

2° *Struttura porfiroide*: le rocce costituite di cemento o pasta compatta in cui sono disseminati cristalli contemporanei di colore diverso da quello della pasta o cemento principale.

3° *Struttura amiddaloide:* pasta compatta con noccioli, o globuli.

4° *Struttura arenacea o frammentaria*: ammasso di frantumi d'ogni forma riuniti da un cemento qualche volta indistinguibile.

Strutture tutte, ora isolate, spesso però riunite; onde la *granitoide venata* dello *gneiss*, il *granito porfiroide* ecc.

[4] Rocce ignee.

3559. Classificandole secondo l'origine, cioè cominciando dalle più moderne e risalendo alle più antiche, si forma il seguente Prospetto delle *Rocce ignee*, alla cui sola indicazione mi limito per brevità.

A. ROCCE PIROSSENICHE. 1. *Tefrina*; 2. *Basalte*; 3. *Vacca*; 4. *Peperino;* 5. *Leucitofiro*; 6. *Dolerite*; 7. *Melafiro*; 8. *Lerzolite.*

B. ROCCE TRACHITICHE. 9. *Leucostina*; 10. *Trachite*; 11. *Perlite*; 12. *Fonolite*; 13. *Tufo.*

C. ROCCE ANFIBOLICHE. 14. *Andesite*; 15. *Diorite.*

D. ROCCE IPERSTENICHE. 16. *Iperstenite.*

Appendice ad A. C. D. 17. *Trappo*; 18. *Spilite.*

E. ROCCE FELDSPATICHE COMPATTE. 19. *Eurite*; 20 *Porfido*; 21. *Retinite.*

F. ROCCE GRANITICHE. 22. *Granito*; 23. *Protogine*; 24. *Sienite*; 25 *Pegmatite*; 26. *Gneiss.*

G. ROCCE SERPENTINE. 27. *Serpentina.*

H. ROCCE DIALLAGICHE. 28. *Eufotide.*

Appendice. 29. *Conglomerati.*

ROCCE ANOMALI. 30. *Solfo*; 31. *Salgemma.*

Rifletta attentamente l'agronomo alla differenza tra gli effetti della fusione e quelli della dissoluzione o sospensione nell'acqua. Nel primo caso tutta la materia fusa freddando assoda e separansi solo sostanze gasose: nel secondo (proprio alle *rocce* che seguono) la materia solida precipita e l'acqua si separa.

[5] Rocce acquee o sedimentarie.

3560. Procedendo dalle più moderne alle più antiche, le *Rocce sedimentarie* si classificano come segue:

A. ROCCE ARENACEE. 32. *Argilla*; 33. *Marna*; 34. *Sabbia*; 35. *Arenaria* 36. *Puddinga*; 37. *Breccia*.

Delle METAMORFICHE 38. *Schisto*; 39. *Micaschisto*; 40. *Steaschisto*; 41. *Quarzite*.

B. ROCCE CALCAREE. 42. *Calcare*.

Delle METAMORFICHE. 43. *Marmo*; 44. *Dolomia*; 45. *Anidrite*; 46 *Gesso*.

C. ROCCE QUARZOSE. 47. *Quarzo molare*; 48. *Tripoli*.

D. COMBUSTIBILI. 49. *Torba*; 50. *Lignite*; 51. *Litantrace*; 52. *Antracite*.

L'ultima classe per verità non entra esattamente nella classe de' veri minerali, per la sua origine e struttura organica, e non si comprende logicamente nella LITOLOGIA. Più ragionevolmente apparterrebbe ai *fossili*, ma pei potenti strati che compone vien pareggiata alle rocce.

3561. Le **Rocce sedimentarie** A e B (escluse alcune *metamorfiche*) formano realmente il nucleo principale de' terreni coltivi. Esaminando le deposizioni, alluvioni, e delta creati dall'acque a lati ed a foce de' fiumi, si riconoscono quali tipi delle *Rocce di sedimento*. In ispecie i grossi torrenti all'uscita dalle montagne compongono dossi estesissimi di *breccia*, e presso alla foce banchi di sabbia.

[6] Particolarità delle Rocce.

3562. Il **sistema del metamorfismo** col quale si vuol dar ragione anco de' fenomeni fisiologici più complicati, ha invaso pure la GEOLOGIA, chiamando *rocce*, e *terreni metamorfici*, tutti quelli la cui formazione mosse da amendue le cause (§ 3555); cioè quando i prodotti *ignei* od *acquei* si trovano meschiati, o fusi insieme. Gli è certissimo che masse incandescenti modificano essenzialmente la struttura delle rocce, o strati che accostino o invadano. Ma qualunque roccia sedimentaria sarebbe metamorfica, perchè non altrimenti del fuoco, l'acqua dissolve e sconnette i materiali che depone, e li deposita in ordine assai diverso da quello con cui poteano essere anteriormente congregati. Tuttavia conviene adattarsi ad impiegare la denominazione di metamorfici per designare le rocce e terreni la cui composizione non si pare esclusiva opera dell'acqua, o del fuoco.

3563. La **determinazione delle rocce** (e più si rileverà nel IV LIBRO) interessa assaissimo il vero agronomo. Nè riesce difficile quanto alle nozioni per lui necessarie.

L'*effervescenza coll'acido nitrico* gli denoterà la presenza del *calcare*.

La *scintilla prodotta coll'acciaiuolo*, quella del *quarzo*.

La *fusibilità*, quella del *feldspato*, escludendo il *quarzo*.

3564. **Altra classificazione** poi le distingue in famiglie.

1. FERRIFERE; 2. CARBONIFERE; 3. CALCARIFERE; 4. QUARZIFERE;
5. FELDSPATICHE; 6. MICACEE; 7. TALCHICHE; 8. ARGILLOSE;
9. PIROSSENICHE; 10. ANFIBOLICHE; 11. miste o d'AGGREGAZIONE.

Ma di ciò meglio nel seguente CAPITOLO.

[7] Fossili.

3565. **Rimesso alla Mineralogia** lo studio de' materiali componenti la superficie terrestre, e riposti fra le rocce i combustibili *sotterranei* (§ 3560), non si può passar oltre sulle sostanze d'origine organica esistenti nelle masse minerali sedimentarie, sia negli strati superiori che nei più profondi cui possa pervenire l'umana esplorazione. Tanto nelle rocce più dure quanto nelle più tenere, non di rado rinvengonsi residui animali, o vegetali in quantità sorprendente. Che più? non ricorderà egli il lettore le intere *rocce* composte quasi unicamente di gusci, ossa, scheletri di animalucci microscopici (§ 2530) scoperte dallo Ehrenberg? Foglie, molluschi, pesci, e rettili, quasi bellamente adagiati, e conservati mirabilmente si riscontrano, benchè gli uni debbano aver vissuto in diversi climi, altri in acque salate, altri in acque dolci ecc.

3566. **Paleontologia** (1) vien detta quella parte di Geologia che s'occupa di cotesti corpi organici sepolti nella scorza terrestre e chiamati *fossili* per esprimere che si cavano di sotterra. Dove si trovano in abbondanza od in posizione che ne renda l'estrazione convenevole, come verrà detto a suo luogo (Libro XIV) l'agronomo può ritrarne utilità incalcolabile, valendosene per acconciamento o per ingrasso. Qui ricorrevano da mentovare, perchè servono a caratterizzare la natura di alcune rocce e terreni, come poco stante verrà chiarito. E, ad esempio, le *ammoniti* come l'*ammonite batello* (fig. 814) ovvero l'*ammonite bifido* (fig. 815) si rinvengono nelle rocce *calcari* e più particolarmente

Fig. 814.

Fig. 815.

la celebre pietra del fulmine o *belemnite* (fig. 816) nel *lias*, parte inferiore del terreno giurassico.

Fig. 816.

(1) *Cette science, dont le nom indique l'étude des êtres anciens* (παλαιὸς, et ὤν, οντος). *... a ainsi à remplir une des pages les plus remarquables de l'histoire de la terre, en retraçant les phases successives de l'organisation des animaux qui l'ont peuplée.* Pictet, Traité élém. de Paléontologie.

Art. III. De' terreni e strati che costituiscono la crosta terrestre, o Stratigrafia.

3567. La **costituzione geologica della scorza terrestre** rimane velata nelle pianure dalle alluvioni e dal letto di terra vegetale che ricopre le rocce di cui si compone. Ma se dalle vallate del *Po*, del *Tevere*, dell'*Arno*, del picciolo *Reno* ecc. ascendi le colline subappennine, ai lati de' grossi rivi e torrenti, nei profondi burroni da loro escavati, la costituzione geologica delle interne rocce, in più luoghi rimane scoperta e le colline disvelano l'anatomica loro composizione. Alcune di esse vedrai costituite di letti o strati orizzontali di *sabbie giallognole*; sottostanti altri strati di *marna bigia azzurrognola*. Questa disposizione di materiali a strati, che si rivela per tutto a simiglianza delle pagine d'un libro (§ 3543) forma il subbietto della parte di Geognosia appunto per ciò detta Stratigrafia.

[1] Definizioni.

3568. **Rocce, strati, formazioni** e **terreni** vengono spesso confusi. Per evitare ogni equivoco s'intenda che

I *minerali* costituiscono le *rocce*; le *rocce* gli *strati*; gli *strati* le *formazioni*; le *formazioni* i *terreni*.

I *terreni* in senso *geologico* non si confondano coi terreni *agrologici*; perciocchè il geologo, non troppo inchinevole allo studio più utile (siccome subbietto d'applicazione all'agricoltura) nella investigazione della scorza terrestre trascura affatto quell'ultimo velo di superficie costituito dal suolo coltivabile essendochè lo considera quasi accidentale vernice composta di terra e residui organici. Ora veggiamo come si distinguano cotesti *terreni* geologici.

3569. **Terreni primitivi** ossia di **cristallizzazione stratiforme** chiamano quelli componenti la prima classe, e formati mediante il raffreddamento attorno la massa terrestre fluida ed incandescente.

3570. **Terreni sedimentarj**, quelli della seconda classe risultanti da precipitazione meccanica o chimica, o da trasporto: i loro frammenti spesso rotolati, triturati, e gli avanzi organici che contengono, attestano la derivazione loro dall'azione dell'acque.

3571. **Terreni d'effusione o di emersione** compongono la terza classe: rappresentano *prodotti* di cristallizzazione come quelli della prima classe, ma più spesso massicci che stratificati: l'irruzione loro attraverso i terreni dell'altre classi, ha luogo in tutte l'epoche geologiche sia per iniezione o penetrazione, sia per eruzioni vulcaniche.

3572. **Terreni di mista derivazione**, o **metamorfici** (§ 3562) provenienti dall'azione simultanea dell'acqua e del fuoco. Le possibili combina-

zioni de' minerali tra loro, succedono per tante guise, con risultati di così vario aspetto che hannovi *terreni* d'origine incerta, o malagevole a determinare.

3573. Per **altra denominazione** veggonsi anche indicati come segue:

TERRENI MODERNI, cioè sovrapposti a tutti gli altri.

TERRENI TERZIARII, in cui trovansi resti di esseri organici appartenenti alle classi organiche tuttora esistenti, però a specie in gran parte perdute.

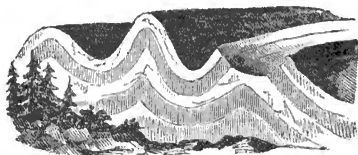
TERRENI SECONDARII, più antichi dei *terziarii*, con residui organici appartenenti ad esseri affatto diversi dagli attuali.

TERRENI DI TRANSIZIONE (1) sottoposti ai *secondarii* non contenenti avanzi di animali vertebrati, ma di acquatili e piante diverse da quelle degli altri terreni.

3574. I **diversi metodi**, così nella GEOGNOSIA come in tutte le Scienze, servono alla immaginazione, alle cognizioni, o anche all'amor proprio de' varii scienziati, ma soventi generano confusione, e fanno studiare due volte lo stesso argomento. Quindi nel PROSPETTO del § 3577 ho procacciato di riunire le differenti e più comuni denominazioni, affinchè ne rimanga più preciso il significato.

[2] Le stratificazioni.

3575. La **disposizione a strati** dei varii depositi successivamente formati uno dopo l'altro, scorgesi nella scorza terrestre, non sempre regolare in tanti piani per la ragione avvertita al § 3543. Ad esempio le montagne del Giura offrono la forma di stratificazione dimostrata dalla figura 817. Oltracciò dicesi

Fig. 817

STRATIFICAZIONE CONCORDANTE quella in cui gli strati sono paralleli, qualunque poi sia la loro inclinazione, e la stessa figura ne porge esempio.

STRATIFICAZIONE DISCORDANTE quando àlcuni strati rilevansi inclinati in un modo, ed altri differentemente. Spesso strati orizzontali vengono interrotti da inclinati (fig. 818), o l'inclinazione è più o meno pronunciata (fig. 819) o in altri modi, come accennano le figure 820, e 821. Dove vuolsi notare l'ultimo caso il quale avviene quando il *terreno* o *roccia* A sia stato corroso dall'acque,

(1) I terreni di transizione furono detti dal LYELL *fossiliferi primarii*. LYELL. *Elem. of Geology*. Chap. XXII.

e dipoi ricoperto da altre deposizioni ulteriori: caso che spiega perchè talvolta

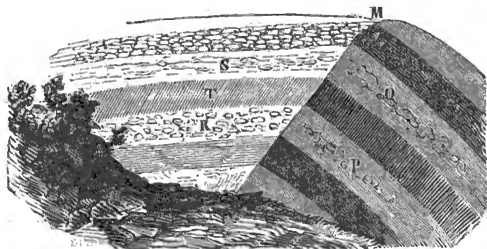
Fig 818.

Fig. 819.

Fig. 820.

Fig. 821.

alcuni terreni agricoliapparentemente uniformi nello strato vegetale, a diverse profondità incontrino la creta o tufo o altra roccia incoltivabile.

Fig. 822.

3376. Un **equivoco da evitare** nella ispezione geologica del suolo vien manifesto dalla fig. 822. Se nel monte M un burrone lasci scoperta la parte S T R ci esporrà strati apparentemente orizzontali come S, T, R ecc.: ed invece dipendono da una spaccatura fatta sugli strati inclinati P, O, Q, che dall'altro fianco del monte si potrebbero scorgere, e non di rado saranno occultati sia da altri depositi, o da materiali derivanti da scoscendimento, sia dalla vegetazione.

Quindi per giudicare con sicurezza d'una stratificazione occorre investigarla nell'angolo formato da due lati contigui (1).

(1) Nell'esposto equivoco incorse lo SPALLANZANI nell'osservare gli strati dell'*arenaria* in alcuni tratti degl'Appennini Modenesi, come rilevò CLODOVEO BIAGI nelle sue *Osservazioni geognostiche sugli Appennini Bolognesi*, lette all'ACCAD. delle Scienze dello Istit. di BOLOGNA, il 13 Marzo 1843. Vedi N. Annali delle Scienze Naturali. Serie II, Tom. III, pag. 347. BOLOGNA 1843.

[3] Indicazione de' Terreni geologici.

3577. Prospetto delle formazioni secondo l'epoca loro.

Antica divisione	NOMI DE' TERRENI E DEGLI STRATI.			
Moderni	**Alluviale** . .	di trasporto .	Alluvioni moderne	*Alluvium.*
		Erratico . . .	Alluvione antica.	*Diluvium.*
Terziarii	**Supercretaceo**	Pliocenico . .	Subappennino. .	*Colline subappen. Gesso.*
		Miocenico . .	Di Molassa . . .	*Ter. conchiglif. Molassa.*
		Eocenico . . .	Di Parigi	*Gesso. Calc. grossol. Arg.*
Secondarii	**Cretaceo** . .	Cretaceo superiore o Etrurio . .		*Creta bianca.*
				Creta marnosa.
		Cretaceo infer. o ippuritico .	. . . .	*Creta tufacea.*
				Creta verde.
				Arenaria verde.
			Sabbia ferrugin.	*Depos. Neocomiani.*
	Giurassico .	Oolitico . . .	Oolite superiore.	*Gruppo portlandico.*
			Oolite medio. .	*Grup. corallifero.*
				Grup. oxfordiano.
			Oolite inferiore .	*Grande oolitico.*
		Lias	Lias	*Lias.*
	Triasico		Argille	*Marne variegate.*
			Mushelkak . . .	*Calcare conchiglifero.*
			Grès screziato .	*Arenaria screziata.*
	Permiano		Grès vosgiano. .	*Arenaria vosgica.*
			Zechstein	*Calcare peneano.*
			Grès rosso . . .	*Arenaria rossa.*
Di transizione	**Carbonifero**		Strato carbonif.	*Carbon fossile.*
			Mill-Stone-Grit. .	*Arenaria carbonifera.*
			Antracifero . . .	*Calcare carbonifero.*
	Devoniano			*Vecchio grès rosso.*
	Siluriano			*Calcari e scisti micacei.*
	Cambriano			*Grauwachie.*
Primitivi	**Primitivo**		Talcschisti . . .	*Scisti talcosi.*
			Micascisti	*Scisti micacei.*
			Gneiss	*Gneiss.*
Incogniti			x	

[4] Descrizione dei terreni geologici.

3578. Descrivere i terreni geologici non comple in fuori di quelli le cui particolarità interessano la Scienza Agraria. Mi limito adunque a questi ed oltracciò mi stringo a breve epilogo, riserbando le più speciali indicazioni al IV Libro, che richiama l'applicazione diretta delle presenti investigazioni.

3579. Terreni di trasporto o **d'alluvione** sono quelli accennati anche dalle Rocce **A** e **B** (§ 3560) i soli realmente fattura dell'acque come s'è detto al § 3550. La loro parte più importante costituisce il terreno coltivo, chiamato vegetale, cioè acconcio alla vegetazione: meschianza d'arena, di argilla, di calcare, di limo e terriccio, tutti materiali che in date circostanze trovansi anco isolati. Esempio le sabbie ne' deserti, il limo in relitti di fiume, il terriccio nelle torbiere.

3580. Il **diluvium** o anche **terreno erratico**, attesta la sua antichità, e il significato della sua denominazione, colla presenza di massi staccati dalle catene montane, e trasportati ad enormi distanze appunto in forza dell'ingente copia d'acqua competente ad universale *diluvio*. Massi di granito e di serpentino in Lombardia nella vallata del *Po* n'offrono esempio, enormi rottami diroccati dalla catena centrale dell'Alpi e trasportati sulle sottoposte colline e pianure. Nel terreno *diluviale* si riscontrano irregolari depositi di ossa d'animali impastate in un cemento calcare, onde viene a costituirsi una *breccia ossifera*; e sovente vi si uniscono conchiglie di molluschi, già vissuti in laghi o fiumi.

3581. **Terreno di sedimento** o **terziario**; si compone di rocce disgregate e massicce, letto di mari e di laghi: abbondantissimo di conchiglie, e non mancante di reliquie di mammiferi terrestri. Esso è costituito, come appare dal Prospetto cronologico, dal

1. Terreno pliocenico (1), o subappennino. Dall'Alpi al Capo Passaro

Fig. 823.

(1) *Pliocene*, le cui conchiglie fossili appartengono a specie recenti, deriva da πλειων, *più*, e καινος, *recente*. *Miocene* che ne contiene in minor numero da μειον, *meno*, e καινος, *recente*. Infine *Eocéne* da ηως, *aurora*, e καινος, *recente*, quasi come principio o aurora della odierna creazione, contenendo pochissime conchiglie fossili delle specie viventi.

offre alla base una marna argillosa di colore piombino carico traente all'azzurrognolo, effervescente, non di rado sparsa di squamette di *mica argentina*. Vi sta sovrapposta una sabbia calcarea giallognola con eguale *mica*, e grani quarzosi. Tra i fossili che caratterizzano questo terreno sono il **Megaterio**, e l'**Ippopotamo** (*cavallo fiumatico*) di cui abbondano gli avanzi nel **Valdarno** e scorgesi nella fig. 823.

3582. 2. **Terreno miocenico, arenaceo**, o della *molassa*, forma gran parte de' colli di **Superga** presso **Torino**, e generalmente di tutte le vallate dell'**Apennino**, presentandosi d'enorme spessezza nella provincia d'**Ascoli** e negli **Abruzzi**. In **Germania** abbonda tanto di *lignite* da chiamarlo *terreno lignifero*. Gli avanzi fossili appartengono ad animali e piante non molto dissimili dagli attuali, ma i più notevoli sono d'animali perduti, fra' quali singolarissimo l'enorme *Dinoterio* che nella fig. 824 si rappresenta quale venne di certa guisa ricostrutto dal **Kaup** sulle ossa dissotterrate nel 1836 ad **Eppleskeim**.

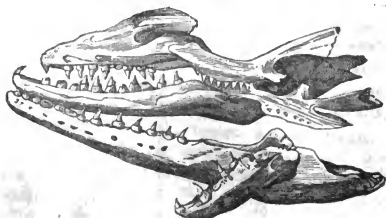
Fig. 824.

3583. 3. **Terreno eocenico**, o *Parigino* sul quale sorgono **Parigi** e **Londra** costituisce una specie di fango argilloso che impasta immensa congerie di conchiglie, animali e piante marine. Tra i mammiferi vuolsi notare l'**Anoplotherium** erbivoro come i precedenti.

3584. Il **terreno cretaceo superiore o etrurio**, componesi in gran parte di creta. Predomina nell'**Apennino**, e la sua parte più elevata forma l'arenaria nota sotto nome di *macigno*. L'estensione del terreno cretaceo è per avventura la maggiore che si conosca. Il di lui spessore attesta lungo periodo di tranquillità durante il quale tanti mari dell'antico tempo ne furono ricolmati.

3585. Il **terreno cretaceo inferiore** o *ippuritico* dalle *ippuriti*, conchiglie fossili incastrate nel calcare compatto di cui si compone. Trovasi molto distinto ne' monti di **Nizza**, e forma quasi tutti gli alti monti calcarei degli **Abruzzi**, il **Gran Sasso**, il **Velino** ecc. Tra i fossili che vi si rinvengono risulta notevolissima la mostruosa lucerta detta *iguanodonte* nello strato inferiore della *sabbia ferruginosa*, mentre il gran rettile *mosasauro* trovasi nel superiore;

il suo teschio, rappresentato dalla fig. 825, lungo più d'un metro, fu rinvenuto a MOSA in INGHILTERRA.

Fig. 825.

3586. Il **terreno giurassico** o **giurese**, costituente quasi per intero la catena del *Giura*, forma una gran cintura dal COLLE DI TENDA sin oltre l'*Isonzo*; consta d'argilla più o meno sabbiosa e diversi calcari, tra' quali un nero lavorato sotto nome di marmo di VARENNA ed un bianco compatto detto *marmo maiolica*. Oltre l'*ammoniti* (§ 3566) *belemniti*, *terebratule* ecc. contiene scheletri di stranissimi animali, *ictiosauri*, *plesiosauri* ecc.

3587. Il **terreno triasico** contiene il *grés* o *arenaria screziata*, il *calcare conchiglifero*, e le *marne variegate*; tre sue parti principali onde quel nome di *trias*. Esiste in ITALIA specialmente in alcune vallate VICENTINE e TIROLESI. Oltre felci fossili di specie particolari, contiene certe conifere peculiari, non che grandi rettili trovati a LUNEVILLE, nel WURTEMBERG ecc. È poi notevole la presenza nella sua parte superiore di depositi saliferi, e del pari di sorgenti salse; depositi e sorgenti, abbondanti nella LORENA, nel Giura, in INGHILTERRA, ed in gran parte della GERMANIA, nè mai disaccompagnati da masse gessose più o meno ragguardevoli.

3588. Il **terreno carbonifero**, allo stato perfetto si compone di un deposito *calcare carbonifero*, e di altro soprastante di *grés*, detto *grés carbonifero* in cui stanno gli strati di carbon fossile.

Il *primo* deposito fornisce marmi neri ed altri, e contiene *polipai* diversi, con gran numero d'altri avanzi organici.

Il *secondo* interessa maggiormente per gli ammassi di carbon fossile che vi s'internano, sempre nondimeno separati dal *grés* mediante un letto d'*argilla*.

Oltre il carbon fossile, formato mercè l'accumulazione di vegetabili, che io dirò piuttosto incarboniti che decomposti, nei depositi carboniferi rinvengonsi moltissimi avanzi di vegetali distinguibili perchè hanno conservati i loro caratteri organici, e reputo offerirne il disegno d'alcuni, potendo tornare utile a qualche coltivatore montano di conoscerli per la probabilità di scoprire alcuna miniera di carbon fossile che affrancherebbe ITALIA dall'eccessivo tributo che all'estero paga, e sarà per pagare anche tanto maggiore, aumentandosi le strade ferrate. Quegli avanzi si riferiscono a *felci*, ad *equisetacee*, *licopodiacee*, *conifere*

ecc. La fig. 826 indica la felce *Pecopteris aquilina*; la fig. 827 la *sphœnopteris Heninglausi*; e la fig. 828 la *calamites cannaeformis*, che s'accosterebbe di qualche guisa alla famiglia delle *equisetacee*.

Fig. 826.

Fig. 827.

Fig. 828.

3589. Il **litantrace**, roccia pure combustibile, si trova di frequente nel terreno carbonifero, ma spesso rinviensi anche solo in terreni molto più recenti, come a Montebamboli, e Monte Massi in TOSCANA, a Gerace in CALABRIA ecc.

3590. L'antracite eziandio trovasi in terreni superiori al *carbonifero*.

3591. La **lignite** non ha che una sola formazione in EUROPA (1). Rigagnoli e fiumi trascinarono nelle bassure le foglie, fronde, ed alberi delle terre più elevate, lo che dimostra che la nudità di quasi tutte le creste e serre montane proviene da tutt'altro che da diboscamenti. Con altri movimenti della crosta terrestre, quella vegetazione degli alti luoghi per le mutate condizioni di clima, passò altrove. La *lignite* è un combustibile essa pure, ma si trova nei *terreni terziari*, e contiene alcune volte interi alberi ben conservati. Ho voluto farne menzione in questo luogo e così del *Litantrace*, e dell'*Antracite*, perchè si avverta alla differenza del loro giacimento, differenza ignota a molti i quali ad esempio trovando *lignite* sperano rinvenire *carbon fossile* in prossimanza, e a partito s'ingannano.

3592. I **terreni sottoposti al carbonifero** non offrono interesse per l'agricoltura: non si distinguono agevolmente tra loro, o almeno sono spesso confusi dai geologi (2), benchè si estendano in EUROPA, costituendo la maggior parte de' così detti *terreni di transizione*. Nella SEZIONE seguente alcuni altri cenni serviranno a chiarire quanto rimanesse ancor dubbio in questi succinti ragguagli. In ispecie riparlerò delle *torbiere* e dei *fossili*.

(1) DE BUCH. *Memoria sul giacimento delle ligniti*, letta all'Acad. delle Scienze di BERLINO, 20 Novembre 1852.

(2) Non ha guari il MURCHISON convertiva tutta la regione *cambriana* in regione *siluriana*. Di poi il SEDGWICK proponeva altre modificazioni.

SEZIONE IV.

Geogonia

O

COGNIZIONE DELLA FORMAZIONE TERRESTRE

3593. La **teoria della Terra** non può reggere sovra ipotesi arbitrarie od astratte. L'uomo del continuo spettatore di mutamenti incessanti nel globo terrestre, da questi soltanto può risalire alla teorica della sua formazione primitiva. Riconosciutone il calor proprio, la propria luce, e la propria tensione elettro-magnetica, svelasi la causa della reazione che dal suo interno fa impulso contro la corteccia esteriore. I sussulti del *terremoto*, lo zampillare dell'*acque termali*, il gettar fuoco de' VULCANI, dalla sotterranea *sostanza eterea* traggon sorgente. Non basta: que' sussulti, quegli scuotimenti, bensì con provvidenziale lentezza e discreta intensione, pur tuttavia col volger de' secoli recano ad effetto modificazioni rilevanti nell'altezza delle parti solide e liquide della Terra, nella configurazione del fondo de' mari.

3594. **Conghietturare il passato ed il futuro dal presente,** ecco il sublime scopo del GEOLOGO allorchè penetra il campo della GEOGONIA. Pel ristretto cenno che ne occorre all'agronomo, seguirò adunque la stessa via, soffermandomi a tre stadii principali di quella che non tanto metaforicamente può chiamarsi vita della Terra.

ART. I. **Esistenza attuale** della Terra
» II. **Esistenza passata**;
» III. **Esistenza futura.**

S'abbiano per intese due principali avvertenze;

Prima: *esistenza* si vorrà comprendere nel significato di *modo d'esistere.*

Seconda: quanto verrò sponendo rispetto al passato ed all'avvenire, si vorrà tenere per conghietturale, affatto indipendente da relazioni e riflessi che non sieno puramente fisici, e materiali.

Art. I. Esistenza attuale della Terra.

3595. **Vita della Terra,** o suo presente modo d'esistere, forma il complesso dei fenomeni ogni giorno accadenti. Perchè mai i Geologi li considerano per alterazioni, irregolarità, e che so io, laddove si deono riguardare quali funzioni necessarie del di lei organismo, se questo vocabolo indichi con una sola parola la di lei struttura, e gli effetti insieme dalla detta struttura conseguenti? Vedi pazza idea (dirà taluno) che comporrebbe una GEOLOGIA AGRARIA affatto

discorde dalla Scienza principale della GEOLOGIA! Per verità, sembra agli occhi del volgo, assai bene definito per anomalia, irregolarità, disordinamento, qualunque evento del genere delle burrasche, delle inondazioni, de' smottamenti, e più ancora parlando di terremoti e di vulcani. Ma se per noi mortali risultano veri flagelli, questo non toglie che sieno manifestazioni essenziali, regolarissime e sto per dire fisiologiche della terrestre esistenza. Ora studiamoli un istante cotesti agenti di rivoluzione e di sterminio, e forse più a dovere li apprezzeremo.

[1] Due fatta di terreni.

3596. Due **grandi categorie di terreni** compongono la parte di *Terra* per noi perscrutabile, opera, come ho già detto, o dell'acqua o del fuoco. Ve n'hanno eglino d'altra generazione? Alcuni Geologi ne farebbero una terza, ma comunemente non viene ammessa. Riassumo adunque i generici caratteri delle due categorie universalmente accettate.

3597. I **terreni Plutonici**, massicci o endogeni dell'HUMBOLDT, meno estesi dei *Nettuniani*, furono generati interiormente per fenomeni ignei e si distinguono per

1° ROCCE *feldspatiche*, tessitura cristallina uniforme (*granitoidi*, *porfiroidi*, *amiddaloidi*) cellulosa ecc.

2° FORMA in *sifoni*, *filoni*, *ammassi*, *colature*, senza vestigia organiche.

3598. I **terreni Nettuniani**, *stratificati* o *esogeni*, per valermi pure dell' espressione dello HUMBOLDT, generati sopra o esteriormente alla scorza del globo, quasi sempre sotto l'influenza dell'acqua, per azioni meccaniche, chimiche o *fisiologiche*, si compongono di

1° ROCCE *quarzose*, *schistose*, *argillose*, *calcaree*, *dolomitiche*, e *carbonose*, a tessitura *fogliosa*, *compatta*, *conglomerata* ecc.

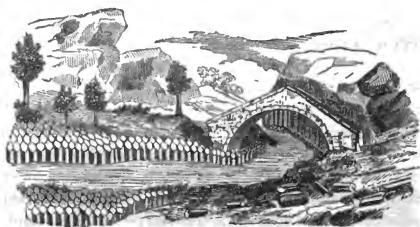
2° FOSSILI d'ogni fatta, *marini*, *lacustri* ecc.

[2] Terreni approntati dal fuoco.

3599. Del **calor proprio della Terra** più volte si ragionò: che poi esista un *calor centrale* moltissimi fatti il dimostrano. L'acqua che sale alla superficie terrestre da grandi profondità, vi arriva con temperatura sempre più elevata in ragione della profondità medesima. A 20 chilometri questo aumento di calore nell'interno della Terra, ascenderebbe a 666 gradi, capace di fondere quasi tutte le sostanze note. Esistendo adunque tanto calore che al centro del globo salirebbe a 200000 gradi, ancorchè si ritenga che a certa profondità, com'è naturale, si trovi senza ulteriore progressione ad un *massimo* di 4 a 6000 gradi, ognun può comprendere qual enorme forza d'*impulsione* si racchiuda nel seno della *Terra*, e quindi se non esistessero i vulcani (§ 3544) la scorza terrestre finirebbe per volare in pezzi.

3600. La **Plutonica formazione**, ecco adunque di qualche guisa spiegata per lo imponente e terribile fenomeno delle aperture onde ampie bocche

ignivome spalancandosi pongono in comunicazione quel calor centrale dell'interne viscere della Terra colle nubi del Cielo. Da reconditi abissi sgorgano masse in fusione, torrenti di lava che distruggono il suolo invaso per crearvene, solidificando, un nuovo sterile, infelicissimo, di tutt'altra forma e materia (1). Intanto colà il sorgere di novelle rocce, altrove il modificarsi dell'antiche pel contatto delle più recenti, ne affermano l'origine ignea o *Plutonica* di rocce, o il loro dislogamento e il continuo stato di guerra in cui trovasi questo povero suolo da noi calpestato, or ghiacciato, ora scottante, ora letto profondo di mare, ora sporgente la vetta nella regione del fulmine. Se mal non m'appongo, questo subbietto risulta abbastanza chiarito dal § 3544. Per aver prova della *incoltivabilità* di gran parte delle materie ributtate dalla rovente massa centrale, basta uno sguardo alla massicciata basaltica rappresentata dalla fig. 829.

Fig. 829.

E tuttavolta la Natura co' suoi mezzi perviene alla decomposizione di coteste ed analoghe rocce, per formarne i più ubertosi campi da coltivare.

3601. I fenomeni vulcanici qualche volta sono stati messi a profitto. Alla PORRETTA nel BOLOGNESE (§ 3544 in nota) alcune correnti di gas *idrogeno carbonato*, con opportuni ingegni servono ad illuminare quei celebri bagni. Verso il centro degli Appennini, i fuochi di BARIGAZZO, famosi per le sperienze istituitevi dallo SPALLANZANI (2) vi determinarono lo stabilimento di una fornace da calce, ove sin dal 1790 le naturali esalazioni d'*idrogeno carbonato* s'impiegavano per unico combustibile. Tutta la contrada di SRU-TCHOU-AU nella CINA trae fuoco e luce dall'emanazioni dello stesso gas, abbondantissime in quella Provincia. Le sorgenti di bitume, le fonti di petrolio, costituiscono ricche produzioni per alcuni paesi. Presso l'*Iraouaddi* nell'impero BIRMANNO hannovene 520 pozzi, e pretendesi che forniscano annualmente 400000 barili di petrolio (3). Noto poi come degno di meraviglia il gran lago di *pece* della

(1) Le montagne della Somma e del Vesuvio abbondano di silicati, cioè di *granato melanite*, *enfibola*, *sodalite*, *feldspato vetroso*, *mica pirosseno augite*, *nefelina*, *wollastonite* e *sfene*, che lo SCACCHI opina prodotti in certi casi per via di sublimazione. *Memorie dell'Accademia delle Scienze* di NAPOLI.

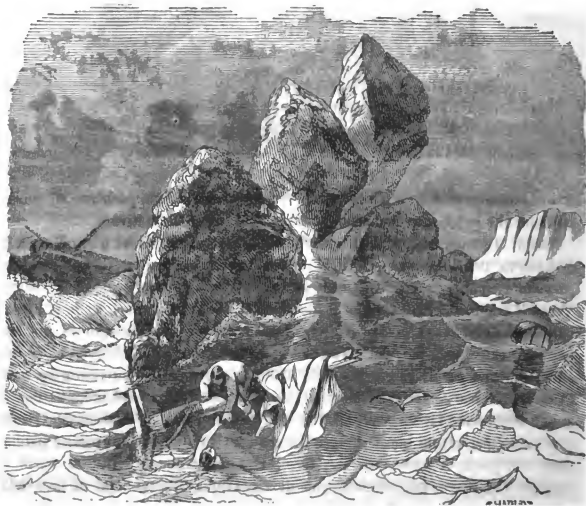
(2) SPALLANZANI. *Viaggi alle Due Sicilie*, Tom. V, pag. 130.

(3) SYMES. *Embassy to Ava*, Vol. II.

TRINIDAD, emerso, or sono circa 70 anni, in un luogo della costa che affondò (1).

[3] Terreni approntati dall'acque.

5602. **Effetto dell' attrazione**, o vuoi della *gravità* (§ 2145), è il precipitare al fondo che si verifica di tutte le materie immerse nell'acqua, e più pesanti della medesima. Altro effetto pure della *gravità* è lo stesso rimanersi tali materie sospese, ancorchè più gravi, quando l'acqua si muova con tale velocità da trascinarle, perciocchè questo suo movimento dipende esso pure dalla forza medesima di *gravità*. Ecco adunque il correr dell'acque, onde lo alterare (2), corrodere e distruggere, quanto il creare, ossia produrre sedimenti e alluvioni; fenomeni naturalissimi, perciocchè conseguenti da una delle principali

Fig. 830.

(1) D. NUGENT. *Descript. de l'Orénoque*. Geol. Trans., Vol. I, pag. 69.
(2) Una nuova luce sul potere ossidante e dissolvente dell'acqua, di utilità pratica in agricoltura, come apparirà dal LIBRO II, venne recata non ha guari dal DELANOUE nella sua Memoria sui *Rôles divers de l'eau à la surface du sol et dans l'intérieur de la terre*.

forze della *Terra*, senza della quale essa stessa non formerebbe un corpo, un insieme di tanti diversi materiali: senza della quale in somma non esisterebbe.

Le **Nettuniane formazioni** non le credere meno possenti e terribili delle ignee. Vedi quello scoglio in mezzo al mare in tempesta (fig. 850). Sia pur di granito, ad ogni procella l'onda furiosa qualche frammento alla base o ai fianchi ne vuole scalfire. L'erte punte onde l'Appennine ed Alpigiane catene fan mostra dell'ossa denudate del vergine suolo che in altri secoli ricco d'erbe e d'arbusti, in molti luoghi le rinverdiva, quelle immense scogliere immerse nelle nubi, son fattura dell'acque. Chè dismuovendo e disgregando coll'aiuto dei geli la montana crosta superficiale, poi col ghiacciarsi, scrostando e sfogliando via via altri massi, o corrodendoli alla base, fanno elleno da secoli incessante preda, che col discender precipitose menano al basso a riempimento della valle e del piano. Concrezioni di avanzi d'animali e di piante; sedimenti terrei argillosi o calcari; conglomerati di frammenti di rocce, ricoperti di strati composti di gusci silicei, d'infusorii, o di terreni di trasporto, tomba delle specie animali dell'antico mondo (1); eccole (quali l'HUMBOLDT le descrive) le formazioni operate dall'acque.

[4] Successiva riduzione dei terreni.

3603. Il **fuoco** e l'**acqua** formarono i terreni geologici come gli ho descritti: forse molti di quelli d'origine Nettuniana poteano riuscire coltivabili: ma senza l'influenza efficace di altri agenti, pochissima parte della superficie terrestre alimenterebbe esseri organici come di presente.

3604. Le **vicende atmosferiche**, i **venti**, le **acque** ecc. non so quanto logicamente vengano annoverati dai Geologi come agenti esteriori, perciocchè acque ed aria formino un tutto nella composizione del nostro Pianeta. La GEOLOGIA, per mia stima, debb'essere, come ho detto, concepita in altro modo; non è filosofico chiamare e considerare alterazioni, degradazioni ecc. i fenomeni inerenti alla natura stessa del globo. Questo concetto non ci dispensa però dal segnalare alcuni di quegli effetti dell'*aria*, dell'*acqua* e della *gravità*, e altre forze *fisiche* o *chimiche*, essenzialmente costituenti quella specie d'inorganica vita della *Terra*, senza della quale non potrebbe esistere la parte organica della medesima, cioè a dire la *Terra*, non sarebbe quello che è.

3605. **La formazione della terra coltivabile** tra i diversi modi

(1) Anche nel giorno d'oggi, generazioni d'animali viventi concorrono ad aumentare il terreno atto alla vegetazione. Descrive il MATHER le *marne conchiglifere* d'acqua dolce formate in alcune contee del NEW-YORK, per l'accumulazione sul fondo de' laghi e stagni di quantità prodigiosa di conchiglie lacustri. Le successive generazioni quotidianamente accrescono lo spessore di quegli strati di marna bianca..... Allorchè per questo rialzo, il fondo dello stagno rimane coperto solo da pochi piedi d'acqua, i vegetabili vi si sviluppano, e formano bentosto uno strato di torba ecc. Intorno a questo mirabile processo della Natura, fa mestieri leggere l'articolo sulla *Parte che hanno gl'infusorii nella terra e nella vegetazione, del* D'ARCHIAC nella sua *Histoire des progrès de la Géologie*. Tom. I, pag. 325 ecc.

onde si genera, n'offre uno dipendente dall'azione ora in discorso (1). Prendi un pezzo di granito: le sue particelle d'apparenza vetrosa a frattura irregolare, ti rivelano la *silice*, il *quarzo*: l'altre per solito color di perla, o anche rosse ne' più bei graniti che offrono schegge piane, lucenti, secondochè percosse dalla luce, ti presentano il *feldspato*: infine quelle laminette sottili o quasi piccole foglie brillanti per varii colori e per aspetto metallico, sono di *mica*. Quel *feldspato*, materia principale anco ne' porfidi ecc. conta quasi sempre la *potassa* fra i suoi elementi. Or bene, l'aria ne altera la struttura, ne disperde in parte la potassa, e lo riduce in materia terrea, che col residuo in cui convertonsi per analoghe cause la *mica* ed altri silicati alluminosi doppii, forma una terra coltivabile, dove in ispecie trovano le piante quella potassa ch'è tanto necessaria alla loro vegetazione.

3606. **Senza l'azione dell'aria**, ed aggiugni del gelo, del calor solare, ed in somma de' così detti agenti esteriori, non v'avrebbe dunque terra coltivabile. Conciossiachè l'acque, o ristagnanti la coprirebbero, o correnti, a poco a poco tutta la trascinerebbero nel mare, essendo questo il risultato dell'acque in moto perfettamente limpide. Non facendosi luogo a disfacimento di rocce, il feldspato si rimarrebbe sempre feldspato, e via dicendo di tutte le rocce che solo la incessante influenza dei medesimi agenti, può ridurre a natura e composizione di materia terrosa.

3607. Sotto **due aspetti** si deono poi studiare, secondo lo ingegnosissimo EBELMEN, le degradazioni delle rocce operate dall'atmosfera. Ora la roccia viene disciolta per l'effetto prolungato delle infiltrazioni dell'acqua; ora accade semplice modificazione nell'aspetto *pietrografico* della roccia, prodotta dalla decomposizione d'alcuno de' minerali in essa contenuto (2). Dagli studii chimici fatti dal medesimo su quest'argomento, trarrò a suo luogo qualche non disutile applicazione relativa agli effetti contraddittorii sperimentati dai coltivatori nel far uso degli acconciamenti del gesso e delle marne.

Ritorno a considerazioni più geologiche.

[3] Stratificazione attuale.

3608. L'**esplorazione dell'interna struttura** del globo, non può giugnere che a profondità limitatissima, perciocchè contando dalla cima delle più elevate montagne sino alla profondità cui accennano pervenire gli strati carboniferi, ad esempio, di DUTWEILER (che sembrano discendere a 6710 metri sotto il livello del mare) la distanza misurata verticalmente aggiugne 14000 metri, cioè appena la 455ma parte del raggio della Terra. Ma l'esame delle mutazioni e vicende di questa crosta, comechè sottilissima, soddisfa alle cognizioni necessarie all'agronomo. In più luoghi infatti, come accennai in addietro, scor-

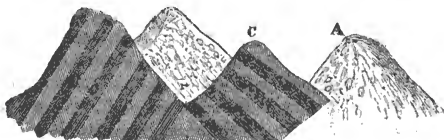
---

(1) La scoperta di copioso *acido fosforico* contenuto in alcune rocce, e dei fosfati naturali, illustrata dal DELANOUE dà ragione della fertilità di alcuni terreni coltivabili, e sterilità di altri, cagionata probabilmente da mancanza di *calce carbonata* e *fosfata*. Vedi DELANOUE, *Des phosphates naturels et de leur influence sur la fertilité des sols.*

(2) EBELMEN. Rech. sur les altérations des roches stratifiées ecc. Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXIII, pag. 678 682.

gonsi le *stratificazioni*, e dalla diversa loro composizione si comprende quanto sia provvidenziale l'emersione dei terreni geologici a strati inclinati a traverso degli orizzontali, e viceversa i terreni orizzontali deposti in istrati sedimentarii dopo l'emersione degli altri anzidetti.

3609. Una **superficie a soli strati inclinati**, come farebbe supporre la figura 831, riuscirebbe evidentemente incoltivabile. Per converso, se

Fig. 831.

tutta a strati orizzontali, offrirebbe una forma concentrica al globo, e perciò coperta d'acque in tutta la sua estensione, giacchè il mare, se s'immagini vuoto, presenta la conformazione delle grandi vallate del continente. L'ITALIA, ad esempio, considerandola rispetto al fondo del *Mediterraneo* e dell'*Adriatico*, forma una grande catena, in cui la magnifica pianura del *Po*, e l'altre a costa de' mari, sono tanti altipiani.

3610. I **depositi sedimentarj** o d'alluvione, interposti alle rocce emerse componenti le catene montane, costituiscono per così dire l'albergo della vegetazione, che senza di essi risulterebbe in que' luoghi impossibile.

3611. Se non che questa benedetta crosta terrestre non cessa di nascondere il fuoco sotto la cenere, ed oltre a quelle sue manifestazioni sinora avvertite, che non di rado alterano la stratificazione e configurazione attuale, altre pure meritano almeno il cenno che segue.

[6] Instabilità del suolo attuale.

3612. Oltre i **sollevamenti** ed **avallamenti**, comechè parziali, nell'epoca attuale prodotti da vulcani e terremoti, altri mutamenti benchè lentissimi, e quindi quasi affatto insensibili accadono in questa medesima crosta del globo, quantunque ne appaia assolutamente tranquilla. Le vestigia animali appalesano tali movimenti, di cui l'uomo per la brevità della vita non saprebbe avvedersi. Lo elevarsi o abbassarsi di notevoli porzioni del nostro continente da varii fatti s'argomenta, per le calcolabili differenze di livello fra le spiagge ed il mare. Sulle coste della SCANDINAVIA, parecchi villaggi a poco a poco sommergono nel mare, mentre le spiagge della NORVEGIA, ad un livello superiore alle più alte maree, contengono spoglie ed avanzi d'animali identici a quelli ognora viventi nell'attiguo mare medesimo (1). Nella contea di LINCOLN, foreste secolari

(1) Il sollevamento della parte settentrionale della SCANDINAVIA sarebbe apparente, secondo il MURRAY. La corrente inversa occasionata dal ritiro della marea, dovea for-

vengono coperte dal livello del mare: per converso, lungo le coste del paese di GALLES emergono spiagge novelle, già letto di mare, ed ora ricco tappeto di terrestre vegetazione (1).

3613. La **instabilità della superficie terrestre** non ha prove più irrefragabili dei celebri avanzi dell'antico tempio di Serapide presso POZZUOLI. Oltrechè non par verosimile che sì magnifico edificio fosse fabbricato così prossimo al mare; sotto all'attuale pavimento scorgonsi canali per iscolo dell'acque, il cui livello sarà certamente stato, all'epoca della loro costruzione, superiore a quello anche delle maree. Ora sotto a cotesti canali esiste altro pavimento più antico con analoghi condotti di scolo. Dunque dopo la sua fondazione, codesto edificio, o per depressione del suolo, o per alzamento del mare, la invasione dell'acque costrinse a fornirlo d'altro lastrico più elevato. Ma oltre quella invasione, una maggiore ed assai prolungata viene accertata dalle tre colonne superstiti, nelle quali, come scorgesi dalla fig. 832, esiste una fascia corrosa e traforata da molluschi marini chiamati *Folladi* (2). Il mare adunque fu a quella altezza delle fascie, poi scemò di livello; ovvero la spiaggia di tanto rilevossi da emergere di nuovo le colonne, come appare nella figura. Il fatto poi singolare è il nuovo accesso dell'acqua sul pavimento che dopo il 1808 non rimane più asciutto, nel mentre che un'attigua strada per lo stesso inconveniente si è dovuta sopralzare.

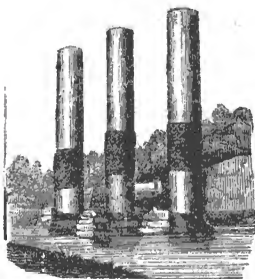



Fig. 832.

---

mare i sedimenti costituenti basse terre, scogli, isole e il banco di sabbia oggi esistente nella DANIMARCA. In forza di questi mutamenti, non potendo più la marea penetrare nel *Baltico*, se ne può indurre la causa più probabile dell'emersione della SCANDINAVIA, ripetendola dal dibassamento delle acque del golfo della BOTNIA. *Società di Londra*, Sessioni del giugno 1832.

(1) Nel definire gli *avallamenti* d'alcune contrade, io dubito assai che s'incolga in qualche equivoco. Verso il 1530 il pavimento della chiesa di S. MARCO in VENEZIA si trovò così inferiore al livello del mare che fu d'uopo innalzarlo d'un piede. Nel 1731 il MANFREDI e lo ZENDRINI ebbero ad osservare che sotto al pavimento della chiesa cattedrale di RAVENNA ne esistevano altri due, il più antico de' quali, profondo piedi 4 ed oncie 7. L'acquidotto di TRAJANO restaurato da TEODORICO, e rinvenuto nel letto del fiume *Ronco*, la via Consolare romana, ora sepolta nelle paludi di CLASSE, l'antica città di CONCA alla foce del *Crustummio*, ora sommersa, sono tutti fatti citati dai Geologi per dimostrare un avallamento del litorale, o un alzamento dell'*Adriatico*. Ma convien riflettere alla depressione del suolo di fondamento negli edificii, che lentamente pur di continuo sotto il peso di esso che v'insiste da secoli, si costipa e cede insensibilmente, massime ne' luoghi come i citati in cui esistono strati di *cuore*, *torbe*, *fanghiglie* ecc. D'altronde in coteste situazioni spesso le torbide de' fiumi e rigurgiti del mare elevano il suolo circostante a quegli edificii, e la depressione di questi appare più notevole, ed anzichè *relativa* si prende per *assoluta*.

(2) La zona più elevata delle porzioni bucherellate si trova superiore all'alte acque d'oggigiorno, almeno per metri 7: dunque le colonne deono essere rimaste per lungo tempo sommerse, e ritte in piedi nell'acqua del mare: poscia hanno dovuto risultare emergenti sul suo livello per quell'altezza di 7 metri. LYELL. *Principj di Geologia.* Libro III, Capo VIII.

3614. **Altre cause d'instabilità**, benchè d'effetto lentissimo, ma permanente, si rilevano dal logoramento continuo della superficie fatto dagli agenti mentovati nel § 3605 e seguenti. Nelle interne vallate delle montagne, uno scoscendimento può tramutare un fecondo bacino in lago temporaneo: viceversa, se, ad esempio, il *Rodano* nel sortire dal lago di GINEVRA, a poco a poco incontrasse, nel corrodere il suo fondo, uno strato d'arena da potere assolcare profondamente, rovinerebbe affatto la SVIZZERA.

[7] Conchiusione sullo stato attuale.

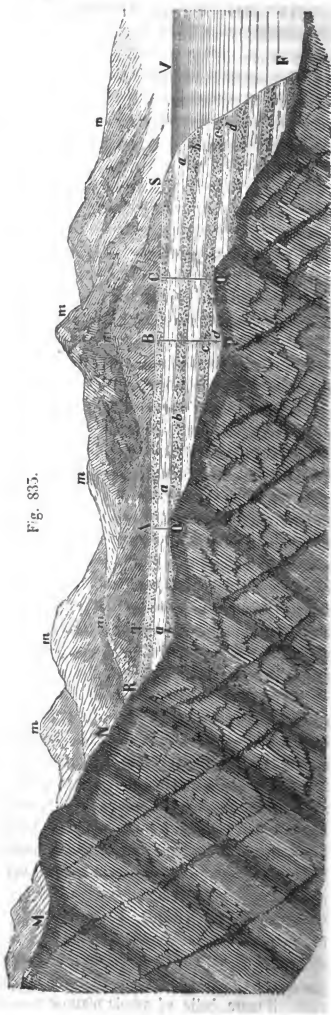
3615. Una **superficie regolare** avrebbe la *Terra* se si fosse formata secondo le sole forze *attrattiva* e *centrifuga*. Lo che sarebbe avvenuto se non avesse imprigionata la *sostanza eterea*, la quale per successivo raffreddamento progrediente dall'esterno all'interno del globo, lascia libera una quantità di *calorico*, *luce* ed *elettrico*, che colla propria *impulsione* perviene a sortirne, squarciando l'esteriore crosta già raffreddata. Senza questa apparente causa di disordine, la *Terra* sarebbe una bella palla tutta eguale e tutta uniformemente circondata d'acqua come lo è di aria. Non vi avrebbe vita alcun animale, nemmeno pesci, per ragioni che sarebbe lungo ed inutile annoverare.

3616. **Le vallate** de' fiumi tributarii del *Po*, in direzione quasi perpendicolare alla grande schiena, o catena principale delle Alpi, offrono il quadro delle formazioni geologiche di quelle contrade, quali generalmente riscontransi in altre moltissime. All' ingresso delle vallate, lievi eminenze accusano depositi di sabbie, ghiaie, ciottoli sempre maggiori in volume quanto più s'inoltra nel cammino, e massi isolati. Progredendo a costa de' burroni, torrenti e rigagnoli, ove i fianchi delle montagne si rivelano squarciati, scorgonsi serie di strati in tutte le direzioni, composti di calcaree, arenarie, ardesie con varie petrificazioni. Salendo ancora, gli strati terrosi fanno luogo a marmi, a strati di schisti copiosi di *mica* ed altre rocce. In generale adunque i materiali inferiori della crosta terrestre si presentano nelle montagne ne' posti più elevati.

3617. Nelle **pianure** per lo contrario, i terreni d'alluvione si mostrano regolarmente sovrapposti secondo l'epoca loro, e più scendesi verso il basso, crescono i depositi sedimentarii che ricoprono il *diluvium*, ossia sedimenti più antichi. In altro luogo (LIBRO XII) risulteranno applicazioni pratiche del sommo beneficio procurato dall'acque del mare, le quali frenando la corsa delle fiumare agli sbocchi, le obbligarono alla lenta formazione di que' terreni fertilissimi costituenti le più belle e feconde pianure. Dalla fig. 833 si può comprendere in primo luogo la natural forma della primitiva corteccia, che a guisa del fianco della montagna, discende a simiglianza del profilo M N R O P Q F al fondo del mare: 2° che gl'interrimenti successivi *dd*, *cc*, *bb*, *aa* ecc. non accadrebbero se l'altezza F e I dell'acqua, ossia il livello del mare diminuisse. Arroge che analogamente a cotesta sezione M N R O P Q F, se ne possono supporre altre dalle cime *m*, *m*, *m*, con direzioni più o meno perpendicolari alla M R N O P Q F, comechè i contorni loro sieno diversamente irregolari; e ne conchiuderemo che vuoto il mare, belle ed ampie pianure non esisterebbero tranne alcune limitate

e profonde quanto l' attual fondo del mare, e tali in somma che forse raggio di Sole non perverrebbe a stenebrare.

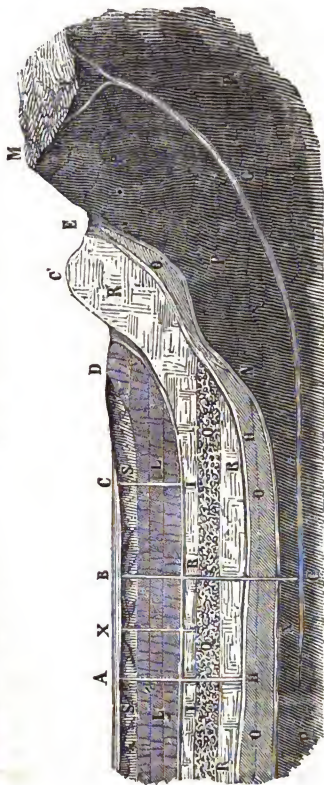
5618. **L' idrografia sotterranea** verrà investigata al III LIBRO: tuttavolta, considerando l'acqua a guisa di roccia essa pure, comechè fluida, devesi notare la sua disposizione entro gli strati corticali della superficie terrestre, ora a veri strati avvegnachè liquidi, ora a polle o reconditi stagni. Nella fig. 834 hai in A, B e C la sezione di pozzi artefatti quali per derivarne che sgorghi e zampilli anco al disopra della superficie, quali per ismaltirne negli strati assorbenti di sabbie, ghiaricci ecc. Ordinariamente credesi adunque a ragione, che le fontane derivino da bacini esistenti in posti più elevati. Quando però le fonti medesime scaturiscono alla cima de' monti, come ha luogo nelle vette Appennine, la loro derivazione procede da queste medesime cime sempre immerse nelle nevi o nelle nebbie, onde quasi a modo di spugne per la porosità loro sono del continuo inzuppate d'acqua, e la evaporazione essendo minore dello inzuppamento, da questo si alimentano le fonti così abbondanti in que' luoghi. Questa spiegazione è analoga alla teoria esposta dal-

Fig. 835.

l'illustre **Bellani** (1). Avendo già pubblicato tutto il Libro XII, al Cap. VII le nozioni ed applicazioni relative al presente subbietto, mi dispensano dall'aggiugnerne altre parole.

3619. De' **perpetui ghiaccaj** appena ne feci motto per l'interesse da loro offerto siccome alimento all'irrigazione. Or bene, essi spingono innanzi enormi ammassi, quasi gigantesche muraglie di sabbia, ghiaia e frammenti di rocce: i quali ammassi chiamansi *more*, e col diminuire o sciogliersi affatto de'ghiacci rimangono perpetuo monumento della passata esistenza de' medesimi. Antica *mora* d'immenso ghiacciaio sembra il rialzo della *Serra* che ha l'apparenza di argine colossale allo incirca parallelo al corso della *Dora Baltea*: dunque uno sterminato ghiacciaio ingombrava altra volta la vallata d'Aosta, e lo stesso vuolsi conchiudere d'altre analoghe colline, vera congerie di arena, ciottoli, e grandi pietre, sporgenti d'egual modo alle falde dell'Alpi.

Fig. 834.

3620. La **continua discesa de'ghiacciaj** qualche volta produce poi funeste conseguenze, perchè sdrucciolando essi sul pendio delle montagne obbedendo all'impulso di gravità, e trascinando seco enormi pietre, invadono le fertili vallate sottostanti (2).

---

(1) Bellani. Mem. *Sulla origine delle fontane.*

(2) Molte volte i massi erratici provengono dall'enunciata azione de' ghiacciai, come lo Agassiz ebbe pel primo a rilevare. Ma non si dee credere che tutte le superficie delle rocce che mostransi levigate e striate, lo sieno per causa de' massi erratici. Il Catullo ha egregiamente dimostrato che spesso quel fenomeno vien prodotto dall'acque latenti

L'adesione che varrebbe a trattenerli, viene costantemente diminuita anche nel cuor dell' inverno, dal calor naturale della Terra che scioglie il ghiaccio aderente alla di lui superficie (1). Sono pure dannosi i venti de' ghiacciai, risultanti dalla rapida fuggita dell'aria imprigionata sotto i medesimi. Elevandosi la temperatura dalle screpolature spira a correnti di vento freddissimo (2) cacciando innanzi nembi di particelle di ghiaccio, come falde di minutissima neve.

Adunque somma **avvertenza** abbiasi nelle osservazioni geologiche. In mezzo alle rocce più antiche stanno terreni recentissimi, perchè il nostro pianeta continua sempre in quella specie di vita, la cui manifestazione si rileva dai fenomeni geologici contemporanei. Guai all'agronomo che confondesse il terreno diluviale coll'alluvionale: quello, composto quasi sempre di ciottoli e di creta tenacissima, è di lunga mano inferiore e disacconcio per la coltivazione che non i fecondissimi strati d'interrimenti alluvionali depositati ai fianchi o alle foci dei fiumi. Anco i mutamenti di livello nelle spiaggie, rilevati poco dianzi ai § 5614, le predette *more* ecc. non s'hanno a confondere coi sollevamenti così detti da cui derivarono le montagne, e gli altri dipendenti da vulcani e terremoti. Infine la emersione o sommersione di spiagge e litorali può accadere eziandio per interrimenti di fiumi alle foci, come più distintamente per importanti pratiche applicazioni nel XII e XIII LIBRO sarà da investigare.

Art. II. Esistenza passata della Terra.

[1] Origine cosmologica.

5622. Qual **favolatore** ti racconterò la storia della nostra sferoide, storia naturale e fisica che non dee punto confondersi colla primitiva creazione rivelata dalle sacre pagine. Dico poi qual *favolatore*, perciocchè il subbietto si mostra alquanto indigestibile toccando epoche e fenomeni che ci sia appena possibile conghietturare, per non dire fabbricare di pianta coll'immaginazione (3).

5623. Una **nebulosa cosmica** (§ 1947) errava nello spazio: un areola (§ 3388) di sostanza *materiale* mista coll'altre indagate al § 1952. Superando in massa la *materiale* a poco a poco, perciocchè in causa della forza d'*impulsione* l'*eterea* irraggiava verso i ghiacciati campi dello spazio, l'immensa nebulosa co-

---

che minano, e fanno sdrucciolare enormi porzioni di montagne, citando la ruina dello SPITZ ed altri monti ecc. CATULLO, *Osserv. sulle rocce levigate delle Alpi Venete*. ATTI dell'Adun. dell' I. R. ISTIT. VENETO, del 18 Aprile 1846.

(1) La potenza de' ghiacciai è tale, che il MITSCHERLICH e il ROSE non esitano di conghietturare trasportati dalle Alpi i massi erratici di granito e di porfido esistenti sull'Appennino napolitano. Vedi Accad. delle Scienze di BERLINO, Sessione 14 Agosto 1851.

(2) Questo fenomeno da' Tedeschi chiamasi *gletschergeblase*.

(3) « Disgraziatamente (lasciava scritto il DE BUCH, poco prima della sua morte) i nostri mezzi per riconoscere l'antico stato della Terra sono limitatissimi. La vita organica alle diverse epoche non ci viene rivelata in gran parte che da esseri che viveano in alto mare, o furono trasportati in mare dai fiumi e dai traboccamenti ». Quanto rimaneva dell'antico suolo, rimase distrutto in gran parte immediatamente, o da formazioni ulteriori ». Leopoldo DE BUCH, *Della formazione giurassica alla superficie terrestre*. Accad. delle Scienze di BERLINO, 16 Dicembre 1852.

minciava a radunarsi e addensarsi, e comporre il suo nucleo. A mano a mano, perdurando il fenomeno, la concentrazione proseguiva, finchè la nebulosa ridotta a dimensioni estremamente minori, conformavasi a grande sfera di materia gasosa, e più tardi la *sostanza materiale* sempre raccostando i suoi elementi, assumeva uno stato di fusione più energico e compiuto di quello in cui per virtù del calore (*sostanza eterea*) riduciamo anche i metalli più refrattarii. Tutto questo processo (o geologicamente, primitiva condizione della Terra) suppone una massa fusa ed infuocata. Fuoco evidentemente generato dalla concentrazione della sostanza *eterea* in uno spazio sempre minore; fuoco sviluppato a simiglianza del calore che tante sostanze, ad esempio la calce, svolgono a contatto dell'acqua. Ma questo fuoco, questa incandescenza ci rappresenta uno stato in cui l'elevazione della temperatura era molto minore di quella primitiva della nebulosa (1).

Ma io non proseguirò in questa geogonia conghietturale, perchè non entra nel quadro delle nozioni agrologiche, e mi atterrò solo ad alcuni riflessi essenziali.

[2] Primitiva corteccia.

3624. Distinte le rocce in ignee ed acquee, non v'ha dubbio doversi quelle riconoscere per le più antiche e primitive. L'acqua non era possibile quando regnava sì ardente calore da tenere in fusione le sostanze componenti le rocce ignee: l'acqua era gas o vapore. Diverse le sostanze, diverso l'accozzamento delle medesime; nel consolidarsi un primo velo di corteccia del globo, dovea prodursi una moltitudine d'ineguaglianze, depressioni, protuberanze ecc., le quali paragonate alle dimensioni della *Terra* risultano appena sensibili (2). Ma la materia sottostante fusa, incandescente, a mano a mano irruente squarciava quella prima corteccia, la quale perciò veniva a subire ulteriori diseguaglianze, fratture, dislocamenti ecc.

3625. Nella **confusa varietà delle rocce** primitive scorgesi tuttavia prevalere una sostanza principale; quasi la si direbbe universale cemento, onde la piupparte delle rocce si considerano *silicati*, o vuoi combinazioni di silice con ossidi, quali la *potassa*, la *soda*, la *calce*, l'*allumina* ecc. tutti elementi più o meno essenziali non solo per la vegetazione, ma per l'esistenza in genere della Natura organica. E tuttavia appunto queste rocce primitive non contengono fossili (§ 3566), cioè residui d'organica origine.

3626. Nella **primitiva solidificazione** della periferia della massa fusa

---

(1) Per concepire questa idea basta ricordarsi che i vapori in cui svolgesi l'acqua bollente si elevano a temperature molto superiori ai 100°. Lo stato adunque di materia fusa suppone nell'accennata ipotesi una differenza in meno di calore dallo stato di nebulosa, quanto possa essere quella tra la materia solidificata e la stessa materia in fusione. Di certa guisa la riduzione in corpo in fusione, incandescente, significa un primo grado di raffreddamento in comparazione della temperatura elevatissima necessaria perchè tutte le sostanze di cui componesi la *Terra* si riducessero in tale condizione ch'essa assumesse lo stato di *nebulosa*.

(2) Componendo un globo del diametro di 6 piedi, e creandovi alla superficie uno dei più alti monti dell'HYMALAYA in rilievo proporzionale a quel diametro, non vi può sporgere che quanto un granello di sabbia.

e incandescente, avvenne adunque probabilmente la struttura della superficiale pellicola del globo in una maniera che dicono tumultuosa, e quale solo si conveniva allo stato della materia interna. Tutti conoscono come l'acqua alla temperatura di **100** gradi sia agitata, e porti alla superficie materie anche di gravità specifica maggiore, che a più mite temperatura giacerebbero in fondo al vaso. Si ponga mente agli effetti che avrà dovuto produrre una massa fusa con temperatura immensamente superiore, ed allora non sarà disagevole il convincersi della irregolarità di quel primo assodamento, irregolarità in sostanza minori di quelle che, cuocendosi, il pane manifesta nella sua crosta.

[3] Sollevamenti e montagne.

5627. L' **ipotesi geologica** sulla teoria della *Terra*, onde spiegano la formazione delle montagne eseguita per *sollevamenti*, avvegnachè ingegnosissima, lascia lo studioso della Natura in preda ad un interno senso di dubitazione su due punti cardinali (1).

PRIMO DUBBIO. Regge, contro il fondamentale convincimento di un ordine, di un'armonia meravigliosa nelle opere della Natura, il contrario supposito di sconvolgimenti, di disordini nella struttura della *Terra*, per ridurla al presente suo stato? I Geologi suppongono il nostro globo regolarmente composto con tante croste concentriche, sotto le quali accentrato un nucleo di materia fusa incandescente; questa irrompendo avrebbe squarciato in più luoghi senz'alcuna regola quegli strati esterni, e sollevandoli create le montagne, e gli abissi onde la superficie terrestre a mano a mano ridotta scabra ed irregolare, come oggidì la troviamo. La Natura avrebbe dunque agito da prima col compasso e secondo le leggi della meccanica, per guastare poi, e rompere in brani la sua fattura medesima?

SECONDO DUBBIO. Quando tutte le montagne provenissero da *sollevamenti*, dovrebbe a' loro fianchi rinvenirsi tutto il terreno squarciato e di certa guisa rovesciato ne' suoi lembi per lasciare il passo alle enormi masse sollevate (2).

5628. **Spiegherò meglio il mio pensiero.** Ammessa la solidificazione tumultuosa della prima corteccia, questa può paragonarsi alla pellicola che si forma, ad esempio, alla superficie di una poltiglia in bollizione, quando una corrente d'aria fredda lambisca quel velo di crosta che va via condensando. Continuando il fuoco a mantenere l'elevata temperatura, la pellicola si squarcia, le bolle gazose si succedono, ed anche sprazzi di materia bollente. Di simil guisa non scemando il calor centrale, e il raffreddamento alla periferia del globo accadendo lentissimo, l'emersione e gli sprazzi di rocce incandescenti

(1) Il BELLI pretende che la crosta terrestre de' Geologi non potrebbe sostenersi senza galleggiare sulla massa liquida interna, o senza qualche appoggio. La pressione dall'interno all'esterno la sfascierebbe ecc. BELLI. *Pensieri sulla consistenza e sulla densità della crosta solida terrestre* ecc. MILANO 1851.

(2) La teoria de' sollevamenti del celebre ELIA DE BEAUMONT riposa sovra grandi soluzioni di continuità, che non si trovano punto negli Appennini, secondo le osservazioni de' MURCHISON, MENEGHINI, SAVI, SPADA ecc. Il sullodato geologo distinse prima quattro sistemi di montagne in EUROPA, poi ne fissò nove, dodici e vent'uno, ed oggigiorno passano i cento, che però il DE BEAUMONT riduce a 60. *Compt. Rend. de l'Acad. des Sciences*. Tom. XXXV, pag. 298.

deono aver perdurato incessanti, finchè assodandosi uno strato riguardevole d'esterna periferia, avrà potuto resistere alla scemata violenza interna, eccetto in diversi punti, a mano a mano in minor numero, i quali servono di apertura, strada e disfogo al centrale calor traboccante, per emergere dallo interno, e dileguare nell'atmosfera.

3629. La **teoria de' sollevamenti** regge adunque nell'esposto senso, e solo quando vogliasi considerare siccome fatto normale e continuo, avvegnachè successivamente diminuisca d'intensione e d'effetti. Ma in realtà non sembra esatto chiamare prodotto di *sollevamenti* quello che per fisica legge si dispone in una data forma e maniera che la materia naturalmente assume nel passare dallo stato fuso allo stato solido, nelle condizioni dianzi avvertite. La progressiva diminuzione poi delle modificazioni nella crosta superficiale, viene accertata dal limitato numero de' Vulcani ardenti a fronte degli estinti, de' quali molti sfuggono all'osservazione perchè in luoghi inaccessibili, o perchè celati sotto deposizioni più moderne, o coperti da macerie di monti dislocati e caduti in rovina per iscoscendimenti, o da ultimo perchè sottomarini. Ma per qual ragione, se tutto procede regolarmente, ora sembrano i Vulcani sonnecchiare, ed ora con sì terribili moti si sdormentano?

[4] I Vulcani.

3630. La **intermittente attività de' Vulcani** riesce ovvia a comprendere anco per questa sola tra l'altre ragioni (1). La materia fusa da loro eruttata, se venga lanciata verticalmente, perdendo nell'aria gran parte del suo intenso calore, e ricadendo dentro il baratro d'onde sortì, può qualche volta ostruirne le voragini di sbocco, anche meschiandosi alle interne pareti del cratere, sconvolte, e ruinanti esse pure in quegli abissi. Proseguendo il graduale raffreddamento ed assodamento nella superficie interna della crosta terrestre, ponendosi in libertà nuove quantità di calorico, aumentando la tensione de' vapori e gas carcerati nello interno del globo, forzano col cresciuto impulso le recondite vie di disfogo, ed irruenti si slanciano per nuove aperture d'ordinario poco lungi da quelle obliterate nel modo dianzi avvertito. Perciò i coltivatori di terreni in vicinanza di Vulcani hanno per avventura assai più da temere dei medesimi

(1) Tra le quali s'ha da comprendere la interrotta comunicazione col mare? Su questo proposito gioverà conoscere la teoria del PILLA circa l'origine dei Vulcani: « Numerose « osservazioni, i cui risultamenti sono costanti, indicano essere nelle viscere della terra un « nocciolo infuocato, il quale è stato riconosciuto fin dai tempi dello *Stenone*, anzi fin dalle « scuole dei filosofi greci. Da questo nocciolo, come da un gran focolaio muove la causa « di tutti i fenomeni che dal centro della terra si propagano alla sua superficie: ma per « se stesso il fuoco centrale non è a questi effetti bastante, esso è inattivo, è una po- « tenza che ha bisogno dell'atto per operare, e quest'atto esser dee prodotto dall'arrivo « di materie che innanzi gli erano estranee, e che vi arrivano per una via qualunque. « I fenomeni dei Vulcani lo provano infino all'evidenza, ed indicano parimenti non poter « essere altra la causa eccitatrice che l'acqua del mare. Per guisa che, dato il contatto « di questa con un nocciolo di metalli terrosi inossidati e roventi, si ha l'origine di tutti « i fenomeni vulcanici, anzi dirò ancora di tutti i fenomeni passati del globo » (MUSEO di Scienze e Letter. NAPOLI N. S. Marzo 1844). Tuttavolta è indubitata l'esistenza di Vulcani nell'ASIA CENTRALE: quello chiamato PÉ-CHAN, ad esempio, dista almeno 2000 chilometri dal mare, e 330 dal lago salso d'ISSOKOUF (HUMBOLDT. *Asie Centrale*. Tom. II, pag. 72), lo che dimostra Vulcani accesi anche a distanze grandissime dal mare, oltrechè gl'infusorii vulcanici appartengono tutti a specie non marittime ecc. V. D'ARCHIAC, *loc. cit.*

quando li veggono per lunga stagione affatto inattivi, che non quando cessata una eruzione, continuano tuttavia mantenendo aperte le loro comunicazioni sotterranee, siccome dimostrano con isvolgimento di sostanze gazose e di fumo.

3631. La **supposizione del raffreddamento progressivo** dalla superficie verso il centro, non sussisterebbe senz'ammettere uno stato, quasi diremmo, pastoso tra la pellicola fredda e assodata, e l'altra incandescente: anzi la pellicola stessa prima di solidificare debb'essere passata per quello stato di mezzana consistenza. Quando la materia si trovava in questo caso, una quantità di corpi gazosi facendo impeto sulla parte superiore v'hanno indotte gonfiezze o prominenze, e si sono accumulati e condensati presso la superficie fredda cristallizzando ne' modi che ci presentano e porfidi e graniti. Nell'epoca attuale, cotesti gas, perciocchè tendano sempre alle parti più elevate, o punti culminanti, spiegano, a stima del FRANCQ (1), il principio d'azione de' vulcani frequenti sulle coste montagnose, le quali presentano un notevole rilievo sul fondo de' mari adiacenti: darebbero ragione eziandio del sollevarsi di alcune contrade litorali (§ 3612). Ove poi pervenuti cotali enfiamenti a rompere la scorza, i gas nella loro violentissima esplosione hanno dovuto trascinare alla superficie materie incandescenti da profondità sempre maggiori.

3632. La **contrazione delle materie fuse** nel solidificare, contrazione valutata dai DEVILLE e DELESSE a un decimo del volume fuso, merita inoltre speciale attenzione. Se lo spessore della crosta terrestre ascende attualmente a 40000 metri, il raggio della Terra in piena fusione deve essersi scorciato di 4000 metri. Avvenendo questo nella esterna zona assodata, come avrebbe potuto l'interna sfera incandescente contenersi in un involucro così contratto? Continuando l'interno solidamento di altre zone, sussiste la medesima difficoltà. Quindi l'evidente necessità della materia fusa di farsi luogo irrompendo a traverso l'involucro medesimo divenuto sempre più troppo ristretto recipiente della massa ancora in fuoco.

[3] Formazione Nettuniana.

3633. Dopo **formata la prima corteccia**, servendo essa a riparare di certa guisa l'atmosfera gazosa dal central fuoco rimanente sotto la corteccia medesima, precipitaronsi i vapori, e a circostanze opportune questa si ricoverse d'uno strato d'acqua, che oltre al riempiere le diseguaglianze di superficie or ora accennate, avrà soverchiato col suo livello le cime delle roccie, dette emersorie o di trabocco, più elevate (2). La potente azione delle prime acque precipitate

(1) FELIX DE FRANCQ. *Note sur la formation et la répartition des reliefs terrestres.* Compt. R. de l'Acad. des Sciences. Tom. XXXVI, pag. 617.

(2) Secondo l'opinione del NASMYTH, l'Oceano essendo in forma d'una immensa atmosfera, la parte esterna di questo inviluppo vaporoso in forza dello irraggiamento del suo calore nello spazio, deve essere discesa continuamente sotto forma di diluvii d'acque calde sulla superficie rovente della Terra con atmosferiche commozioni indescrivibili. Quando poi la crosta superficiale cominciò a comporsi, può conghietturarsi quali effetti deono aver prodotti que' torrenti diluviali d'acque calde, quali assolcamenti e dislogazioni con irruzione conseguente della sottostante materia in fusione. NASMYTH, *Conghietture sullo stato presente probabile de' pianeti Giove e Saturno.* EDIMBOURG, New. phil. Journ., Tom. 54, n° 108.

dall'atmosfera, si conghiettura dalla pressione enorme esercitata dalla medesima perchè molto più densa dell'attuale. Quindi le prime acque disciolsero ingente quantità di sostanze che restituirono depositandole a strati. L'atmosfera stessa « agendo con somma energia sulle rocce *feldspatiche*, ne vennero *argille che « stemperate da immense fiumane* s'immischiarono, s'interposero fra i sedi- « menti calcarei, formarono ampie distese sui campi non ancora solcati dall'a- « ratro dell'uomo. Ma del granito cui per tal modo siasi tolto il feldspato e « parte almeno della mica suscettibile pure della stessa alterazione, più non « rimane che il quarzo disgregato: ridotto questo allo stato di sabbia, e trasci- « nato da impetuose correnti, scende a ingombrare il fondo delle valli, dove « l'acque pregne di materia calcarea o di altro cemento, convertono di nuovo « le sabbie incoerenti in solida pietra, in arenaria » (1).

3634. Queste **masse di sedimenti**, di necessità depositate orizzontalmente, formarono le rocce *sedimentarie* o *stratiformi*. Proseguendo l'interna materia fusa e incandescente i suoi fenomeni di ebollizione, ov'ebbe ad irrompere, non solo sollevò i lembi di cotali rocce sedimentarie, ma ne modificò la struttura. Di quella guisa che un eccesso di temperatura, ovvero un forte calore se intervenga energica pressione, non tramuta la pietra calcarea in calce viva, ma invece l'altera nella sua tessitura, e la vetrifica o converte in marmo, così le rocce stratiformi al contatto delle masse roventi emersorie assunsero la struttura cristallina, e divennero *metamorfiche*, quali addietro accennate.

[6] Altre cause di formazioni.

3635. La **rapida fusione de' ghiacciaj** antichissimi, oltre il fenomeno delle *more* descritte (§ 3619), generò fiumane di smisurata forza ed ampiezza, concorrendo in gran parte alla formazione del *diluvium*, riempiendo cioè, ad esempio, la vallata Insubrica degl'immensi depositi di ciottoli, ghiaie, sabbie ed argille, che negli altipiani formano il suolo vegetale, e nelle bassure vi compongono il sottosuolo ricoperto dai successivi interrimenti de' fiumi attuali.

3636. L' **anfiteatro dell' Alpi**, la cui maestosa giogaia circonda la maggiore pianura Italiana, una volta bagnava i suoi piedi nel mare di cui essa comprendeva un gran seno, siccome il provano i depositi di melma, di sabbia ecc., coll'abbondanza loro in conchiglie simiglianti alle viventi de' mari attuali. Per verità, le macerie in tanta copia versate in quel bacino dai fiumi (in ispecie per l'anzidetta violenta fusione degli antichi ghiacciaj) costruirono entro le stesse acque marine gran parte della magnifica pianura, ora tanto più elevata del mare. Ma la causa principale onde potè emergere dall'acque, si spiega agevolmente quando si ritenga l'Adriatico e il Mediterraneo essere stato per lungo tempo un mare interno assai più alto del livello attuale dell'*Oceano*, nel quale riversavasi al disopra di certa altezza per le *Colonne d' Ercole*, ossia stretto di GIBILTERRA (2). L'acque del continuo corrodendo il fondo di questo canale pervennero lentamente a disfogare il mare interno, e dibassarono fino all'odierno livello.

---

(1) *La Creazione Terrestre*. Lettere a mia figlia. MILANO, VALLARDI (senza data).
(2) BIANCONI. *De mari olim occupante planities et colles Italiae* ecc. Mem. dell'Accad. delle Scienze dell'Ist. di Bologna, Tom. I, pag. 347.

3637. Gli **scoscendimenti**, le **inondazioni**, tutti i naturali fenomeni, ossia ineluttabili effetti della intrinseca struttura del globo, o più genericamente, delle leggi immutabili della Natura, si risolvono in creazioni, o vogliam dire, formazioni ch'estendono e migliorano il soggiorno degli esseri organici. Il primitivo getto, acciocchè il dica, del corpo terrestre, dovea riuscire scabro, rugoso per determinare la separazione della terra dall'acqua. Perchè cotesta terra divenisse stanza ed alimento insieme di piante, di animali e dell'umana famiglia si esigea quel continuo lavoro, quella certa operazione che chiamano livellatrice, raschiando, logorando e corrodendo le scabrosità rilevate per ricolmare le rugosità eccessivamente depresse, e quasi tutta la terrestre periferia intonacare di certa guisa con quel terreno da cui la vita delle piante, dalle quali traggonla i bruti, mentre da quello e da questi alimentasi l'uomo.

[7] Temperatura antica.

3638. La **storia dell'antico Mondo** ha le sue medaglie, i suoi monumenti negli scheletri ed avanzi degli antichi esseri organici e nelle petrificazioni. Ma se le regioni polari accolgono spoglie d'animali ora viventi nella zona torrida, non vuolsi conchiudere che, ad esempio, la temperatura della zona glaciale fosse allora pari a quella odierna sotto l'equatore. Il *rinoceronte* scoperto dal PALLAS nel 1772, sepolto da secoli ne' ghiacci eterni della malaugurata SIBERIA, conservava ancora in alcune parti del suo corpo un pelame nero e grigio, onde il PALLAS medesimo avvertiva la differenza dal rinoceronte africano (1). Animali e piante sono rifornite di peli dalla Natura quando vivono sotto climi che richieggano di guarentirsi da intemperate stagioni. Quindi quel *rinoceronte*, il *mamouth* rinvenuto nel 1603 dall'ADAMS colla pelle coperta di setole nere a simiglianza de' cignali, non che altri animali trovati nelle zone fredde con analoghe pelli, provano un clima abbastanza temperato onde produrre i pascoli necessarii a numerose truppe d'*elefanti*, *rinoceronti* ecc., ma questi animali appartenevano a razze distinte da quelle attualmente viventi.

3639. L'**enorme numero d'animali** dell'antico Mondo sembra eccedere di molto la quantità di alimento che poteano loro somministrare i vegetabili. Questo fenomeno si coordina colla più elevata temperatura. Il DARWIN infatti opina dieci volte maggiore la quantità totale della vegetazione di cui ricopresi in dato tempo il suolo della GRAN BRETAGNA, che non quella a pari condizioni prodotta nelle parti interne dell'AFRICA meridionale (2). L'agronomo desuma da questo fatto e dal precedente, un argomento del doppio scopo cui serve l'alimentazione degli animali, cioè il nutrimento effettivo, e in pari tempo la produzione incessante del calore di cui abbisogna. Quindi la maggior quantità necessaria di alimento ne' climi freddi che ne' temperati. Lo che ho potuto rilevare assai chiaramente, paragonando il consumo di foraggi somministrati alle bestie in questo PIEMONTE, a fronte di quello occorrevole nella mia Provincia natìa. Quando alcuni scrittori cattedraticamente affermano bastare per

---

(1) *Novi Comment.* PETROPOL., Vol. XVII, pag. 591.
(2) DARWIN. Journ. of Travels in S. AMERICA ecc., pag. 99.

un bue la razione equivalente, ad esempio, a 16 chilogrammi di fieno, non dovrebbero ommettere l'indicazione del clima cui credono doversi applicare.

3640. L' **elevata temperatura** del primo periodo addimostra la provvidente opera della Natura che all'intenso calore associava notevole umidezza, apparecchiando le condizioni per la prossima comparsa ed esistenza degli esseri organici, come ora passo a investigare.

[8] Natura organica antica.

3641. La **Natura organica** apparve nell'ordine manifestato dai fossili de' diversi terreni (1). Il primitivo per la natura stessa delle rocce non poteva alimentare nè racchiudere alcuna organica sostanza. Lo *intermediario* o di *transizione* non accoglie di avanzi organici, che resti di animali e piante inferiori: la semplice manifestazione della vita puramente vegetativa. Seconda epoca, rispondente ai terreni secondarii, vien segnalata da rettili e pesci. La terza mostra l'ulteriore sviluppo colla presenza de' mammiferi. La quarta infine il più alto grado dell'organamento perfezionato col sublime attributo dell'intelligenza, viene segnalata dalla creazione dell'uomo. Lascio intatta la questione sull'esattezza di questa distinzione geologica (2) e sul problema, se tale successione sia cagionata da progressivo perfezionamento dell'essere organico, ovvero da successivo sviluppo delle condizioni di temperatura, d'umidità, di luce ed altre necessarie all'esistenza degli esseri sempre più perfetti, secondo le conghietture esternate al § 116. Mi limito a constatare l'apparizione degli esseri organici quale vien supposta universalmente dai Geologi, ma rigorosamente non appieno conforme al vero. Vediamo i fatti.

I. Fossili ne' terreni emersi.

3642. La **produzione della torba** ha luogo in terreni umidi, a temperatura elevata: dove le piante si decompongono senza corrompersi. Lo *sphagnum palustre* che in massima parte costituisce le *torbiere* d'Europa ha inoltre facoltà di decomporsi nelle sue parti inferiori, intantochè getta nuove messi superiormente; le altre piante per lo più sono canne, carici, giunchi e simili vegetabili palustri. Abbonda la *torba* ne' paesi settentrionali, ove raggiugne lo spessore di 12 metri, e rinviensi mista di terra o ghiariccio analogo al suolo su cui riposa. Hannovene alcune ricoperte di cotica erbosa: altre crebbero su foreste sepolte, le quali collo scoscendimento del terreno su cui vegetavano, circoscrissero e chiusero qualche interna vallata o bacino, togliendo all'acque

(1) L'ordine con cui gli animali marini sono disposti negli strati sotterranei, cioè per gruppi distinti, fu per primo segnalato per le coste dell'Adriatico dal Marsili. *Saggio fisico intorno la storia del Mare*, P. 1.

(2) Intendo esattezza rigorosa, giacchè il fatto generale si avvera. Però molte le eccezioni. Nel calcare di Ludlow, inferiore al terreno carbonifero, si rinvennero scaglie ed ossa di pesce. Murchison, *Silurien System.*, pag. 605. Nel vecchio *grès-rosso*, nel paese di Galles ed altri, si scopersero scheletri interi di pesce, benchè fin ora non vi sia esempio d'avanzi di rettili. Scaglie di tartaruga in numero considerevole si trovarono in terreni bituminosi della Scozia, tenuti per contemporanei al *grès-rosso*. Trans. Geol., II Serie, Vol. III, Parte I, pag. 144.

il primitivo disfogo di scolo. Ne' terreni argillosi, gli alberi sepolti sogliono essere quercie; ne'sabbiosi, abeti o altre conifere. In alcune contrade (palude di CURRANGH nell'isola di MAN) trovansi profondati ritti, quantunque per 5 a 6 metri sotto la superficie, e presso di loro si rinvengono ghiande, coni ossia pigne, noci ecc., in somma i loro frutti in un colle foglie rispettive (1). Nel fondo delle torbiere qualche volta si nasconde molto ferro ossidato, o anche melmoso. Ma questa melma spesso si compone di gusci d'animali microscopici (2).

3643. **Si conservano gli animali nella torba** indefinitamente, In INGHILTERRA vi trovarono cadaveri umani in perfetto stato, benchè vi giacessero da secoli (3). Effetto dovuto alla proprietà antisettica del carbone in cui suol essere tramutato l'inferiore strato di *torba*, all'*acido gallico*, alle *resine* ecc. Del resto ho avvertiti questi fatti perciocchè soventi accada alle bestie d'affondare nelle torbiere, affinchè i coltivatori nelle contrade ove esistono certi cattivi pascoli *sortumosi* e sfondanti, veggano se convenga investigarne la costituzione geologica, e in ogni caso abbiano maggiori cure nel condurre al pascolo armenti e greggi, non sapendo gli animali riguardarsi dal pericolo di affondare. Ma della *torba* terrò discorso altre volte pe' suoi usi agronomici.

3644. Lo **impantanare** o **ammelmare** degli animali, accade poi spessissimo nelle contrade ove eziandio il suolo di vaste foreste impaluda. Nelle *torbiere* in via di formazione si rinvennero sciatte ed altri arnesi fabbricati dall'arte, punte di freccie, ascie di pietra, lo che dimostra lo elevarsi progressivo delle superficie torbose, mentre poi altre volte si gonfiano; poscia squarciandosi, riversano intorno quantità enormi di liquido, e vuotatesi avvallano anche sotto il livello di vicino mare, per emergere dipoi, in seguito a germogliamento di nuovi strati vegetali alternati da sabbie e melme recate dai fiumi, o dai flutti rigurgitate.

3645. Le **mobili sabbie**, quelle d'AFRICA ad esempio, seppellirono talvolta intere carovane. Queste sabbie, come attestano le scoperte del BELZONI, secche, impalbabili, da pareggiare quasi a liquido in movimento, non alterarono gli stucchi, le dipinture del gran tempio d'IBSAMBOUL, benchè da secoli lo ricoprissero. Chi sa quanti altri colossali edificii ed antiche città potranno ricomparire alla luce del giorno, se i cangiamenti successivi nella configurazione delle terre e montagne circostanti, modificheranno quel clima, aprendo accesso a venti che respingano le Libiche sabbie da quelle regioni. Anche in FRANCIA, tra gli altri un villaggio presso s. POL-DE-LEON in BRETAGNA rimase sepolto da mobili sabbie (4): e in INGHILTERRA parte della città di DOWNHAM nel SUFFOLKSIRE fu inghiottita da sabbie staccatesi quasi un secolo prima da un poggetto discosto 5 miglia che percorsero in quel tempo, invadendo circa 400 ettari di terreno (5).

---

(1) SEVERO ed altri imperatori decretarono di abbattere foreste in molti paesi, e in que' posti ora esistono torbiere. Il Parlamento Inglese sotto EDUARDO I° fece tagliare ed abbruciare le selve del Paese di Galles; ENRICO II° quelle d'Irlanda per impedire agli abitanti di fare imboscamenti a danno delle sue truppe. Ne' tempi odierni, i Russi fecero altrettanto delle foreste dei Circassi.

(2) EHRENBERG. *Mem. scientifiche* di TAYLOR. Vol. I, pag. 111.

(3) Transaz. Filos. di LONDRA. Vol. XXXVIII, anno 1734.

(4) Appena rimase sporgente dalle sabbie la freccia del campanile. *Mém. de l'Acad. des Sciences* de PARIS (1772).

(5) Ciò accadde del 1688. Phil. Trans., Vol. II, pag. 722.

Nel XII **LIBRO** sarà questione delle *Dune*, e de' mezzi per abbarrarne la tremenda invasione. Vedi adunque per quante vie s'addimostri che l'esterno strato della Terra, ovunque può celar fossili più o meno recenti.

II. FOSSILI d'alluvioni e caverne.

3646. I **materiali trasportati dalle correnti**, vengono dalle medesime così triturati e stropicciati l'un contro l'altro, che i residui organici contenuti nei terreni onde essi provengono, più non ne lasciano scorgere sensibile vestigio. Tuttavolta nelle inondazioni straordinarie entro banchi di limo e di rena restano sepolti avanzi di lepri, conigli, talpe, starne ed anche di corpi umani miseramente travolti dalla corrente. Sulla costa del COROMANDEL nel 1787, i flutti del mare spinti da un uragano invasero 20 miglia di litorale distruggendo molti villaggi ed annegando 10,000 persone. L'acque nel ritirarsi lasciarono una belletta che tutto avea sepolto in un con 100,000 animali cornuti. Del 1832 si rinnovò la stessa catastrofe. D'altre intere città sommerse ed interrite si hanno esempi che lungo sarebbe riferire.

3647. Gli **scoscendimenti** in vari tempi cagionarono egualmente disastri gravissimi. La montagna del Piz nel Trevigiano del 1772 seppellì tre villaggi con tutta la loro popolazione. Il monte Grenier in SAVOIA nel 1748, quello di ROSSBERG, la subitanea caduta delle vette dei Diablerets, il monte Conto ed altri nella SVIZZERA, cagionarono ruine e stragi incredibili. Ma sarebbe inutile voler dimostrare più oltre quanti avanzi organici per questi ed altri analoghi avvenimenti formano del suolo che calpestiamo un vero sepolcro delle generazioni di esseri che furono.

3648. Le **caverne** abbondano nelle rocce calcari, ma non mancano eziandio nel schisto micaceo ed argilloso (1). Alcune si estendono le 8, o 10 miglia sotterra (2). Come mai di sovente abbondano di scheletri ed ossa, alcune sino alla loro vôlta? Queste ultime probabilmente servirono di passaggio a rigagnoli e torrenti dalle cui acque cariche di sabbia e di ghiaie vennero riempiute confusamente cogli avanzi d'animali che vi si ricoveravano. L'altre soltanto servi-

---

(1) Le grotte si formano per varie cause e non per una sola, come le attribuiscono alcuni Geologi, e cioè:

1. Per la causa assegnata dal DE LUC: l'acque infiltrandosi nelle rocce, disciolgono e trascinano le sostanze terrose, creando così cavità sempre più maggiori.
2. Nell'originaria formazione delle rocce, secondo il parere del BREISLAK, alcune porzioni di gas rimasero imprigionate nelle rocce ignee all'atto del loro raffreddamento, e quindi quegli spazi rimasero vuoti.
3. Nel formarsi le montagne di necessità, secondo il BROCCHI, oltre le discontinuità e le discordanze di strati, ebbero a rimanere intervalli, ora grotte e caverne.
4. La dissoluzione degli ammassi di sali, assegnata dal D'AUBISSON quale causa generale, può essere avvenuta in molte circostanze, lasciando vuoti gli spazi da loro occupati.
5. Gli spostamenti degli strati, le crepacce, fessure ecc. vengono indicate dal BOUÉ.

Aggiugni le contrazioni delle masse nel raffreddarsi, il confuso accavallarsi delle rocce dirоccate, le sovrapposizioni e intraversature nelle emersioni, gli effetti risultanti dalle commozioni, scissure e ruine prodotte da terremoti, vulcani ecc., sono tutte cagioni diverse che spiegano le infinite forme e condizioni delle sotterranee lacune, le quali meritano tutta l'attenzione de' coltivatori montani e colligiani quando sono prodotte da insistenti acque insidiose, come nella PARTE PRATICA delle presenti ISTITUZIONI verrà più ampiamente chiarito.

(2) Quella di KENTUCKY nel bacino del *Fiume Verde*, tributario dell'*Ohio*.

rono per lungo tempo di tana a truppe dei medesimi, e ne fanno fede nella FRANCONIA gli escrementi fossili degli orsi, e delle iene che vi lasciarono le loro ossa, e quelle degli animali da loro predati che vi divoravano.

Scheletri ed ossa umane ponno rinvenirsi in molti luoghi come nelle accennate caverne: ma quantunque unite ad ossa d'animali vissuti anteriormente all'epoca attuale, non se ne ha da conchiudere che quegli uomini vivessero contemporaneamente a quegli animali. Antri e caverne dopo aver servito nell'antico tempo di tana ad orsi, iene ecc. possono essere divenute assai tempo dipoi rifugio di viventi, o cimitero di morti: ancorchè vi si rinvengano ascie di pietra ed attrezzi de' primi secoli, ciò si riferisce sempre a tempi, geologicamente parlando, moderni.

3649. **Campi e città, vittime di Vulcani** (1) ricoprono miserrimi avanzi di uomini ed animali. Dove passano tuttavia le lave infuocate, e così nei basalti ed altre formazioni vulcaniche, naturalmente qualunque avanzo organico rimarrebbe distrutto. Le città ed oggetti in esse contenute si conservano intatte quando sepolte dalle ceneri e macerie, come dimostrano ERCOLANO e POMPEIA sulle quali mezzo il monte Somma nell'anno 79 lanciato in aria dal Vesuvio ricadde in ceneri e lapilli, seppellendole sotto uno strato di 30 a 40 metri di altezza.

Del resto sponendo io questi cenni sui fossili, perchè in ultima analisi la pinguedine de' terreni coltivabili deriva dal terriccio il quale in gran parte componesi di fossili, o resti organici terrificati, giova notare che le rocce Vulcaniche, ad onta dell'esposta assenza di fossili, non sono infeconde quando decomposte, offerendone prova il terreno della Campagna Romana (2).

III. Fossili del tempo antico.

3650. Come i **fossili aiutano il geologo** a riconoscere i terreni d'età diverse, così questi soccorrono a determinare quali specie d'esseri abbiano vissuto contemporanee (3). Gli è però agevole comprendere che di questa guisa si può incogliere in un circolo vizioso. Ad esempio potresti rinvenire ossa di *rinoceronte* nel terreno diluviale, e in caverne: ma si trovano più specie di *rinoceronte*, e le loro reliquie stanno anche nel terreno *pliocenico*, e *miocenico*. Havvi poi una singolare avvertenza a molti Geologi sfuggita. Colle stesse condizioni alcune specie d'animali escludono la contemporanea esistenza di altri. Dove trovi in regioni coperte di neve e ghiacci, orsi, lupi, volpi, buoi americani (*bos*

(1) L'eruzione dell'Etna nel 1669 ricoperse di lava 14 tra città e villaggi, e parte di CATANIA. Nell'INDIA centrale, fu inghiottita la città capitale OUSEIN con altre 80 grandi città.

(2) La terra coltivabile della campagna romana è un prodotto di sostanze vulcaniche decomposte per osservazione del BROCCHI. *Catalogo delle Rocce d'Italia*, pag. 78.

(3) Le specie conosciute di vegetali fossili ascendono a circa 2500, quasi tutte appartenenti all'EUROPA. Soglionsi distinguere in quattro categorie:

1. in masse incarbonite;
2. in impronte incarbonite;
3. in vere petrificazioni, con la loro forma e organizzazione;
4. in nuclei pietrosi ove n'esistono solamente le tracce.

moschatus), daini, vitelli marini, balene ecc. (1), si contano pochi serpenti, poche lucertole, poche rane, appartenenti inoltre alle specie più piccole. Per converso non sarà maraviglievole trovar pochi de' primi animali, ove abbondino i rettili. Molte specie poi d'animali vennero distrutte, o posti in fuga, appena l'uomo cominciò a coltivare la terra. Quindi se qualche giorno un diverso stato atmosferico succedesse all'attuale, e favorisse lo sviluppo dei rettili d'ogni specie e dimensione, lo seguirebbe la distruzione di tutti i mammiferi (2) come si verifica nell'arcipelago dei GALLAPOGOS, chiamato perciò terra dei rettili, esistendovi soltanto una specie di mammifero, cioè una piccola razza di topi.

3651. Le **piante costituenti il carbon fossile** (§ 3588) la piupparte furono grandi crittogame vascolari. *Equiseti* di 14 a 16 centim. di diametro con 5metri d'altezza, *felci* arborescenti, *sigillarie* alte 15 a 16 metri, *licopodii* di 20 a 25 (3), quali nell'odierno tempo vegetano ne' climi umidi e caldi fra i tropici, dimostrano quanto fosse elevata una volta la temperatura delle contrade carbonifere. I vegetabili inferiori agli accennati, non entrerebbero nelle formazioni carbonifere, voglio dire *funghi*, *licheni*, *epatiche* e *muschi* (4) e ciò coerentemente all'età geologica dei sedimenti carboniferi, più recente di quelli contenenti cotesti vegetabili più semplici. Però vi si trovano anche avanzi di palmizii, ed altre piante analoghe al *dracena draco*, alla *musa paradisiaca*, alla *marantha arundinacea* ecc., e tra le dicotiledoni un gran numero di *conifere* accompagnate da *stigmarie* fossili. Occorre avvertire nondimeno che molti depositi di carbon fossile possono essere pervenuti ove attualmente esistono, mediante trasporto fattone dalle acque a distanze incredibili. Una immensa quantità di materiali atti a produrre col tempo strati di lignite e carbon fossile, ogni giorno s'accumula nelle alte latitudini dell'emisfero settentrionale lungi dalle foreste che li produssero. La MACKENSIE ed altre grandi fiumare dell'AMERICA settentrionale, trascinano pini colle loro radici, per centinaia di miglia nell'OCEANO artico, dove rimangono in parte sepolti nella melma dei delta, e in parte trascinati anco più lungi verso il polo. Gl'indizii di soffregamenti, la presenza o mancanza di foglie, servono per riconoscere se il deposito carbonifero proviene da piante vissute nello stesso luogo, come si verifica in INGHILTERRA o se traggono da remote contrade.

3652. La **petrificazione**, agli occhi del volgo, sembra un privilegio dell'antichità più rimota. Le conchiglie si petrificano nei mari attuali, come in quelli del mondo antichissimo: egualmente nei mari interni o mediterranei che nel grande OCEANO (5). La *mineralizzazione* delle piante, fenomeno non ancora aggiustatamente spiegato nè dai Botanici, nè dai Chimici, accade pure ai nostri giorni. Lo STOKES trovò un pezzo di legno appartenente ad antico acquedotto romano in VESTFALIA, di cui alcune parti erano già tramutate in carbo-

---

(1) Fossili *quadrumani*, orang-outang, maki, babbuini, e vere scimie, non si scopersero che dal 1836 in avanti.

(2) LYELL. *Princ. de Géologie*. Trad. PARIS 1843, Tom. I, pag. 385.

(3) BRONGNIART. *Consid. génér. sur la nature de la végétation* ecc. Ann. des Scienc. Natur. (Nov. 1828).

(4) LINDLEY et HUTTON. *Fossil Flora of Great Britain*. LONDRA 1832, nella Prefazione.

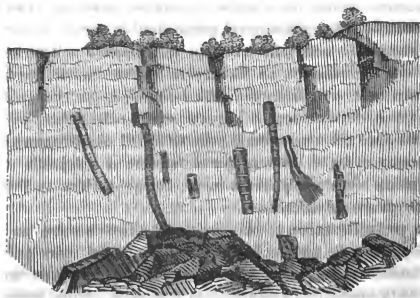
(5) GÉOL. TRANS. *Seconda Serie*. Vol. V, pag. 212.

nato di calce (1). Il GOPPERT di BRESLAU ha saputo fare artatamente alcune petrificazioni fossili, collocando felci entro strati di molle argilla che fece seccare all'ombra, e poi scaldò lentamente fino al calor rosso (2).

3655. Dallo **stato di fusione al consolidamento** della scorza terrestre, deve essere avvenuto un decrescimento graduale di temperatura, tale da elidere l'effetto del clima invernale. Quindi la vegetazione de' paesi caldi per una data epoca ha potuto esistere anco nelle regioni attualmente glaciali, e lo stesso vuolsi pensare degli animali. Nell'isola di PORTLAND in Inghilterra e in altri posti del continente, esiste tramezzo varii depositi, uno strato di melma nera con sottili letti argillosi, contenente molti avanzi vegetali, tra quali vere piante in piedi colle radici penetranti ne'crepacci del sottoposto strato calcare (fig. 835). Tutte però *cicadi*, *zamie* ed altre specie si vegetali che animali ora viventi soltanto sotto i tropici, o nelle stufe.

Fig. 835.

Fusti interi, molti eziandio ritti colle loro radici, si rinvengono eziandio in terreni carboniferi, come nella miniera di *Treuil* presso S.-ETIENNE

Fig. 836.

(fig. 836), tutte *equisetacee*, *felci*, *licopodiacee* delle specie viventi nella *zona torrida*. Ma in molti luoghi sugli strati contenenti vestigia di esseri organici ora viventi soltanto ne' climi *intertropicali*, trovansi altri strati con resti di piante dicotiledoni appartenenti alla vegetazione odierna locale. Dunque fra l'epoca in cui fu deposto quel primo strato di piante ora per noi esotiche, e l'altro di attualmente indigene, deve essere trascorso uno intervallo di tempo

(1) MANUEL DE SERRES. *Des dépôts coquilliers des environs d'*ORAN ecc. ALGÉRIE.
(2) Ann. di Fis. e Chim. di POGGENDORF, Vol. XXXVII, P. IV.

notabilissimo, perchè quella seconda vegetazione vi si diffondesse, moltiplicasse, e crescesse a maturanza come attestano i di lei resti fossili.

IV. Regolare sviluppo della Natura organica.

3654. Le **differenze tra il mondo antico e l'odierno**, in conchiusione sono rimarchevoli. L'*aria* era molto più ricca d'*acido carbonico*: ora lo è più d'*ossigeno*, derivato in gran parte dal molto *acido carbonico* scomposto dalla meravigliosa vegetazione antica, la quale appropriandosene il *carbonio* lasciò all'atmosfera una corrispondente quantità d'*ossigeno*.

L'*acqua* occupava spazio assai maggiore nella terrestre superficie, come lo dimostrano le vestigia organiche marine giacenti in tanti terreni sedimentarii: vestigia in luoghi interni de' continenti discosti dal mare ed assai elevati sul suo livello attuale (1).

La *terra* o superficie solida del globo deve i suoi continenti ad epoca non antichissima: soltanto le contrade più elevate emergevano, quali isole, in quel vastissimo oceano.

La *vegetazione primitiva* si compose de' vegetali crittogami, che ora prosperano soltanto nelle piccole isole della zona torrida.

Le felci fossili ascendono a 250 specie, e sole 50 ne contano oggi tra le viventi in tutta EUROPA: i terreni carboniferi svelano l'esistenza di 120 specie fossili di *gimnospermi*, colà dove oggi appena ne vegetano 25. La prima *flora* amante delle isole calde ed umide, vegetò rigogliosissima, come attestano i grandi ammassi di carbon fossile che ne sono le catacombe: la flora successiva arborescente estendendosi su tutto il globo, dimostra l'uniformità di temperatura (§ 5688) esistente in quell'epoca. Le scoperte geologiche del capitano MAC-CLURE hanno accertata la esistenza e prosperità delle piante e degli animali nella calotta polare (§ 3499) vale a dire nella regione dei ghiacci perpetui: le petrificazioni, e fossili ivi esistenti, la piupparte appartengono, mirabile a dirsi, alle specie organiche ora viventi nelle contrade più calde.

3655. Lo **alternare di sconvolgimenti e di quiete**, dipende dallo stesso concetto di ritenere adempiuti i fatti geologici per via di rivoluzioni e disordini, anzichè per ordinati effetti delle leggi di Natura. Il vedere strati inclinati ed altri orizzontali, rocce d'un carattere presso ad altre affatto diverse, letti di fossili vicini ad altri del tutto differenti, tutti questi fatti appaiono difetti di continuità. Ma dai fossili delle formazioni *Eoceniche* si passa gradualmente a quelli delle *Mioceniche*; infine le *Plioceniche* contengono specie la piupparte contemporanee all'uomo. Intanto, anche nell'altre si trovano avanzi di animali di cui conosconsi gli analoghi tra i viventi. Non havvi linea ben determinata tra le formazioni più antiche terziarie, e le più novelle. Tutto procede per transizione da un periodo ad un altro. La scomparsa e l'apparizione delle varie specie d'esseri non furono e non sono che il risultato d'un cambiamento

---

(1) La Geologia deve al VALLISNIERI la prima descrizione generale dei depositi marini dell'ITALIA, dell'estensione loro geografica, e de' residui organici più caratteristici che contengono. VALLISNIERI. *Dei Corpi marini*. Lettere critiche ecc., 1721.

lento e graduale del mondo organico, conseguente alle ordinate successive modificazioni fisiche del mondo inorganico.

Art. III. Esistenza futura.

5656. La **riproduzione dell'antico tempo** dovrebbe accadere alla fine del nostro mondo a stima d'alcuni Geologi; e predissero quale avvenire del terrestre pianeta, la rinnovazione della incandescenza e fusione primitiva con tutti i fenomeni di prima formazione. Concetto applichevole a sistema di perpetuità, e trarrebbe fondamento dal supposto incontro di bolide o di cometa o altro corpo in fuoco abbastanza energico da fondere il nostro *Pianeta.* Prima però di cadere in questa nuova combustione, dovrebbe a quanto pare raffreddarsi del tutto; lo che lascia tempo a nascere e crescere molt'altre generazioni di Geologi, che potranno fare altre ipotetiche predizioni. Intanto non si ha dubbio sul graduale comechè lentissimo interno raffreddamento. Ne conseguirà egli un *dibassamento di temperatura molesto alla coltivazione?*

La quale ed alcune altre ricerche analoghe, formano lo scopo del presente ARTICOLO, e mi piace avvertirlo perchè il leggitore non attenda fantasticamenti altrettanto oziosi che inutili sovra il futuro stato di un corpo che, fisicamente parlando, potrebbe terminare in una grossa palla di breccia o di puddinga.

[1] Se le perturbazioni della Terra aumenteranno.

5657. Il **progressivo raffreddamento**, comechè lentissimo, dell'interna sostanza incandescente, si argomenta eziandio dall'eccedenza dei vulcani estinti su quelli in azione. Nel supposito probabilissimo che il continuo svolgimento di calor centrale mediante quelle bocche ignivome, e tante fuggite di gas, di acque termali ecc. ne faccia scemare l'intensione e la quantità, deono a poco a poco diminuire l'eruzioni vulcaniche, i terremoti, e quella mobilità d'alcune contrade segnalata nel § 5613; perciocchè quest'ultimo fenomeno provenga da inegual grado di dilatazione subito dalle rocce più interne, secondochè più o meno investite dal calore della massa centrale in fusione. Infatti la storia del globo ne addita terreni orizzontali asciutti in un'epoca, poi coperti dall'acque da cui emersero dopo altro intervallo di tempo: veggiamo sedimenti lacustri interposti a sedimenti marini: e questi fatti avvenire assai di rado negli ultimi secoli.

5658. I **movimenti della superficie terrestre** derivano da cause normali, ed anzichè irregolarità e perturbazioni, sono talmente fenomeni regolari di successivo sviluppo nel meccanico organamento della *Terra*, che lo stesso DI BEAUMONT ebbe a riconoscere ciascun sollevamento parallelo ad un cerchio massimo del globo. Movimenti più o meno lenti avvennero sempre in tutte l'epoche geologiche, e le strane posizioni d'ogni fatta delle rocce ne costituiscono gli effetti indispensabili. Del pari i diluvii, il ritiro di mari ed altre modificazioni chiamate perturbazioni, disastri, cataclismi ecc. si vogliono tenere in

conto di funzioni, per così dire, vitali della *Terra*. Proseguendo la sua destinazione di successivo graduale consolidamento, dovendo a poco a poco liberarsi dell'interno calore, ne conseguono moti di contrazione; *avallamenti* della scorza superficiale onde trabocchi d'acqua e sommergimenti: ovvero moti ascendenti onde ritiro di mari (1); moti oscillatorii onde nuove disposizioni nell'ordine dei depositi successivi, e nuove fogge nella direzione delle coste litorali.

3659. La **solidificazione successiva della Terra**, e lo spostamento che ne consegue dei suoi interni strati per le azioni fisiche e chimiche onde s'adempie a quel progressivo assodamento della materia in fusione, si considerano dal LUBBOCK quale causa possibilmente perturbatrice onde abbia da succedere qualche cangiamento nell'asse della *Terra*. Ma dopo le sperienze del BISCHOFF di BONN sulla contrazione del granito e altre rocce, pel loro passaggio dallo stato di fusione a solidità, lo stesso nucleo terrestre in fusione a poco a poco nel solidificare assumerà le forme convenevoli all'attuali condizioni del globo. La stabilità dell'asse terrestre perdurando dall'epoca della primitiva formazione della pellicola superficiale; dimostra che gli strati successivamente formati, vennero disponendosi in virtù del moto di rotazione e di traslazione senz'alterare punto l'equilibrio del corpo terrestre. Il raffreddamento successivo secondo i calcoli dello HENNESSY, invece di cangiar l'asse di rotazione, tenderebbe per lo contrario ad accrescerne la stabilità (2).

Conchiuderò, esistere adunque argomenti di sempre maggiore tranquillità e calma avvenire.

[2] Sarà per cambiare la temperatura?

3660. La fluidità compiuta del globo ha dato al medesimo la forma d'elissoide: l'attuale fluidità interna o più esattamente lo stato di fusione della *sostanza materiale* del globo al di sotto della crosta superficiale, attesta l'immenso calore che vi esiste. Dimostra il FOURRIER (3) che ciascun anno una data porzione di calore, mediante l'irraggiamento, passa dall'interno della *Terra* negli spazii planetari; e ne calcola la quantità. L'irraggiamento continua sempre, e vuolsi che soltanto potrebbe crescere ma non diminuire. Quindi non avrebbe a supporsi una modificazione, un abbassamento avvenire nella temperatura media della *Terra?*

3661. Tra le cause di modificazione della temperatura, fu certamente in altra epoca la fusione di antichi ghiacciai: e più si ritirano sulla vetta dell'Alpi (§ 3619), più mite si farà il clima dei paesi circostanti. Le variazioni d'inclinazione dell'ago calamitato sono elleno causa o effetto di cambiata temperatura? Senza offerirne le prove, per necessità di breviare, conchiuderò non aversene a temere ragguardevole mutamento, valendomi dell'autorità di

(1) Ne' suoi viaggi (1821-23), il WRANGEL constatò il sollevamento bensì lento, ma incessante, delle coste del mar ghiacciale, analogo a quello della SCANDINAVIA.

(2) HENNESSY. *Sulla stabilità dell'asse di rotazione della* TERRA. Mem. letta alla Soc. R. di LONDRA, il 12 Febbraio 1852.

(3) *Sur la temp. du globe Terrestre et des espaces Planétaires.* FOURRIER. Ann. de Chim. et de Physique (Octobre 1854).

molti naturalisti, in ispecie di MARCEL DE SERRES il quale afferma (1) « Le specie attuali (vegetali ed animali) null'hanno a temere della instabilità dei climi antichi, nè di differenza nella composizione dell'atmosfera, la quale come quella dei mari, sembra pervenuta ad uno stato d'inalterabilità rimarchevole, carattere dei fenomeni dell'epoca odierna ».

3662. L'**uomo perirà di freddo** opinava il BUFFON. Ma siccome il calor centrale odierno della *Terra*, non vale ad aumentare più d'un terzo di grado la di lei temperatura, interamente dovuta al benefico raggio del Sole, quindi diminuendo eziandio quello stesso calor centrale, non ne consegue nocumento per questo rapporto alla esistenza degli esseri organici. Per lo contrario la crosta terrestre aumenta di spessore, e un po' per questa ragione, un po' per la graduale diminuzione di quel calore medesimo si può solo sperare, come dissi, maggiore tranquillità, dovendo cessare o scemare assaissimo gli incomodi fenomeni dei Vulcani e dei terremoti. Però curiosissima, come osserva il DE SERRES, la condizione dell'uomo! Posti sovra una gleba che ci fa correre migliaia di miglia al minuto, a pochi chilometri sul nostro capo abbiamo il freddo glaciale indescrivibile degli spazii planetarii; a pochi altri sotto i piedi, un immensa caverna di fuoco!

3663. Che gli **antichi ghiacciaj** fossero tanto maggiori e più estesi confermasi pei fatti addietro investigati. Che poi non possano di nuovo ripigliare le antiche dimensioni il dimostra la ragione fisica cui attribuisce il DE LA RIVE, quella immensa produzione di ghiaccio del vecchio tempo (2). Allorchè accadde l'emersione del suolo EUROPEO, i terreni di più recente formazione (però anteriori alla comparsa de' ghiacciaj) doveano essere inzuppati di moltissima acqua, dappoichè sin a quell'epoca sommersi. Risultò quindi una grande evaporazione, e in conseguenza cadute d'acqua copiose, ed abbassamento considerevole di temperatura. Le quali due cause riunite rendendo assai maggiore che attualmente, l'acqua cadente sotto forma di neve, ebbero a determinare ammassi di ghiaccio per quantità ed estensione enormi a fronte degli odierni ghiacciaj.

[3] Se il suolo vegetale possa aumentare.

3664. Nella **terra-ferma** le parti più solide soggiacciono a mano a mano a decrescimento, a degradazione. La quantità di sostanza organica, cioè di materia vegetale che producesi in un secolo in una foresta del tropico è immensa quanto il numero di ossami, conchiglie ed altre organiche spoglie che nello stesso tempo vi si accumulano. In quell'estensione certo s'aumenta lo spessore del suolo vegetale, ma nel resto del terreno coltivato, il medesimo dee scemare fin dove l'acque, cessando di solcare la superficie, in ragione della sminuita velocità sono obbligate a depositare nelle bassure la preda tolta ai

---

(1) MARCEL DE SERRES. *De l'ancien monde comparé au monde nouveau* (in nota). Discorso letto all'università di MONTPELLIER, il 14 Novembre 1853.

(2) A. DE LA RIVE. *Sur l'apparition et disparition successives des grands glaciers* ecc. Lettre à M. ARAGO. Oct. 1851.

luoghi elevati. Certissimo è che nell'Italia, mentre il terreno coltivo a poco a poco scemò nelle vette Appennine ed Alpigiane, intere Provincie si conquistarono dai fiumi a costa del mare. Perciò se il denudamento delle rocce nelle catene dei monti viene secolarmente aumentando per l'incessante influenza delle cause geologiche tendenti al ragguagliamento e livellamento della superficie terrestre, lo interrimento delle bassure, e l'emersione dall'acque di estensioni adatte per la coltura, son pur fenomeni da eguali cause procedenti, e che attestano la provvidenza della Natura per la conservazione degli esseri organizzati.

3665. **L'influenza dell'Uomo** sulla conservazione e l'accrescimento del terreno vegetale, sta in ragione diretta della di lui buona o cattiva maniera di coltivare. L'Agricoltura adunque è veramente ramo importantissimo di Geologia pratica, perchè, quando conforme ai precetti dell' Agrologia, diminuisce ed attenua sommamente la degradazione del suolo vegetale ne' luoghi elevati, ed accresce l'opera della Natura nel riempimento delle bassure, nella protrazione dei lidi, e nel complessivo aumento dell' estensione coltivabile. I Libri XII e XIV dell'Agronomia ne dimostreranno gl' insegnamenti e le prove.

[4] Se la specie umana possa diminuire.

3666. **L' azione dell'Uomo sulla Terra** non ha confine, avendo egli imperio sulla Natura, purchè non ne avversi le leggi. La prima delle quali consiste nell'avergli ella concesso di appropriarsi i prodotti della Terra a condizione di renderla egli, secondo l'uopo suo, produttiva. L'animale vive senza cooperare per nulla alla produzione del suo nutrimento, salvo il restituire alla terra la fertilezza colle proprie egestioni, e dopo morte colle sue spoglie. L'uomo invece non vive senza il lavoro, o proprio, o d'altro uomo: ancorchè si alimenti solo di caccia o di pesca, gli occorre fabbricarsi l'arco o il fucile, e l'amo o le reti. E poi, qual numero d'uomini vivrebbe, se sol di caccia o di pesce si alimentasse?

Rimirando adunque in un colpo solo le generazioni presenti e le generazioni che furono, facile è prevedere il destino di quelle che saranno. Nella stessa guisa che i popoli soltanto cacciatori o pescatori erano per numero tanti milioni di meno di quello dell'umana famiglia attuale, del pari potrà crescere questa e moltiplicare, se il lavoro della terra proporzionalmente si perfezioni e si estenda. Le stesse vicende geologiche della terrestre superficie può l'uomo temperare e dirigere ad aumento, e miglioramento del suolo produttivo: conciossiachè cotali vicende oggimai sieno quasi tutte opera dell'aria e dell' acqua. Adempiendo pertanto ai veri insegnamenti agrologici, adoperando colla mano e col senno, cioè perdurando e procedendo nel lavoro materiale e intellettuale, l'umana specie può soltanto crescere, mentre disertando l'agricoltura, potrà solo stenuare e diminuire.

SEZIONE VI.

Geonomia
O
COGNIZIONE DELLA SUPERFICIE TERRESTRE COLTIVABILE.

3667. La **composizione del terreno aratorio**, quando esso è *locale*, cioè formato sul posto, si riconosce col microscopio, costituita di minimi frammenti della roccia su cui giace. Questo accade però, se non vi si sovrappose alcun deposito proveniente da terreni superiori. Inoltre il terreno risultato dalla decomposizione della roccia, non ne contiene più tutti gli elementi, essendone parte dispersi dagli agenti atmosferici, parte sottratti dall'acqua. Quindi interessa un cenno sulla maggiore o minore agevolezza delle rocce a decomporsi, e ne farò calcolo nel CAPITOLO seguente della MINERALOGIA.

3668. I **terreni vulcanici** non sono frequenti, perchè basalti, lave, trachiti ecc. difficilmente si decompongono. Hannovi però i seguenti più comuni:

1° Derivanti da decomposizioni della *pomice* (1), componenti specie di tufo or grigio, or rossastro, con tal quale lucidezza e apparenza di terra argillosa.

2° Derivanti da sedimenti di *fango*, e da altre eruzioni di materie differenti dalle lave ecc.

3° Derivanti da *lapilli e ceneri*; e costituiscono terre secche inconsistenti non essendo i *lapilli* che minimi frammenti di *lava*, e le *ceneri* per l'ordinario polvere o sabbia tenuissima pur di *lava*.

La fertilità, e l'attitudine speciale a varii prodotti, che singolarmente nel REAME DI NAPOLI dimostrano cotesti terreni Vulcanici, forma subbietto di particolari studii del IV LIBRO.

3669. I **terreni terziari** interessano l'Agricoltura più di tutti gli altri. Ad esempio la terra componente i *Polders* olandesi e belgici, consiste di alluvioni ove si trovano avanzi organici tanto marini che fluviali e terrestri, affatto simiglianti alle specie viventi. Le sabbie della *Campina* si considerano dal DEWAEL quali depositi marini, ma non s'hanno a confondere colle sabbie degli ericeti, o lande: riesce poi notevole la loro mancanza di fossili (2). In molte località le accennate specie di terre riposano su *crag* di varie fatta, cioè su altre sabbie zeppe di conchiglie che svelano l'epoca dell'antico *pliocene*. E sotto il *crag* in alcune contrade rimangonsi strati d'argille di parecchie qualità descritte dal LYELL (3).

3670. I **terreni diluviali** necessariamente offrono diverse composizioni. Ora costituiscono un enorme deposito argilloso-siliceo quasi affatto privo di calcare, con sotto-suolo del tutto mancante di terriccio che riposa sopra strato di

---

(1) Molte *pomici* sono costituite da esseri organizzati. EHRENBERG.
(2) DEWAEL Norbert. *Formations tertiaires des environs d'Anvers.*
(3) LYELL. On the strate of Belgium and French Handers, 1852.

marna; la quale sarebbe il correttivo del *diluviale* superiore, se l'eccessiva profondità non ne rendesse troppo oneroso l'impiego. Altre volte il suolo *diluviale*, in luoghi elevati, si compone di una marna ocracea fertilissima. Per converso hannovi estensioni nelle quali il diluvio si comportò da vero ed immenso flagello, ricoprendole d'enorme strato di sassi e ciottoli, tutte pietre durissime rotolate, deposte sovra strati di puddinga o di marna. L'infinito numero di piccoli diluvii discendenti dall' antico autore degl' indicati terreni *diluviali*, ne hanno imitato l'esempio nella molta varietà di formazioni, le quali non sono da confondere con quelle, e se ne distinguono per la minore estensione e relativa minore tenacità de' materiali che le compongono.

3671. I **terreni alluvionali**, quando se ne limita la investigazione ai sedimenti ed interrimenti depositati dalle correnti attuali dei fiumi, sia sole, sia in concorso dei ributti del mare, richieggono preliminare considerazione nel III LIBRO (IDROLOGIA AGRARIA) e compiuto sviluppo nel IV. Similmente i terreni *paludali*, le *dune* ecc. vi troveranno le opportune indicazioni, altrimenti questo CAPITOLO troppo dagl'imposti limiti lontanerebbe.

3672. La **Geonomia geologica** non si restringe alla investigazione soltanto del *suolo* e del *sottosuolo*, pel complessivo spessore cui pervenga la punta del vomere o della vanga. Essa apprende all' agronomo le diverse circostanze nelle quali può trovarsi il di lui podere per causa della sotterranea disposizione dei materiali cui giace sovrapposto. Valgano i seguenti esempii, le cui applicazioni si recheranno poi a' luoghi opportuni.

3673. I **poderi di pianura** giacciono d'ordinario sovra *stratificazioni* quasi *orizzontali*, come appare dalla figura 837. In questo caso, se il secondo strato si componesse di *marna*, una volta rinvenuta, si avrebbe certezza di ricavarne a gran dovizia, senza profondare ulteriormente gli scavi.

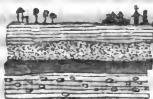
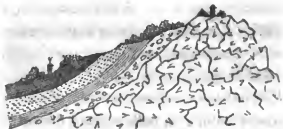
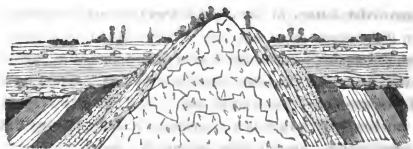
Fig. 837.

3674. I **poderi di montagna** offrono invece quasi sempre *stratificazioni inclinate*: e qualche volta la vetta del colle riposa sopra roccia *massiccia*, come il vedi per l'uno e per l'altro supposito, nella figura 838.

Fig. 838.

3675. Alcune **pianure sinuose** non altrimenti son tali, che per la loro composizione di *strati inclinati* ricoperti da *strati orizzontali*, e la figura 839 ne dimostra la ragione dell' enorme differenza di qualità in campi e piccole

prominenze, comecchè contigue. Nè più meraviglierai trovando *graniti*, ed altre masse rocciose in mezzo a pianure d'*alluvione*, se rifletterai alla conformazione

Fig. 839.

sotterranea svelata dalla figura 840, dove la roccia massiccia emerge dal livello delle posteriori stratificazioni sedimentarie. In ambedue coteste ultime condi-

Fig. 840.

zioni, scorgesi quanto andrebbe errato chi facesse calcolo sovra l'estensione, o profondità di uno strato di *marna*, ovvero di sabbia *acquifera*, in forza della discontinuità prodotta da rocce e strati emersi tra i *diluviali* o *alluvionali*.

3676. Molti **altipiani** o *pianori elevati*, rinvengonsi nelle circostanze dimostrate dalla figura 841. Dalle quali eziandio la ragione della uniformità

Fig. 841.

di struttura che rinviensi talora in colli e poggi discosti tra loro, ma situati a rincontro l'un dell'altro. In questa situazione accade in certo modo lo inverso delle ordinarie disposizioni de' luoghi; imperciocchè nelle cime stanno terreni fecondi, mentre nel basso rivelasi l'alpestre natura delle vette alpigiane. Questo avvien sempre ove l'acque han soverchia pendenza, e giungono ad escavare le rocce antiche. Se poi qualche scoscendimento o altra causa analoga, raffreni lo

smodato impeto della corrente, e l'obblighi a ristagnare per alcun tempo, quelle cavità e bacini si riempiono di strati più o meno orizzontali, conforme addita la figura 842, e si formano que' fertilissimi piani che costituiscono il maggior

Fig. 842.

pregio delle più ricche vallate. Le quali, ove le acque per trascuranza del coltivatore assumano di nuovo, corrodendo le loro stesse deposizioni, il primitivo corso precipitoso, ritornano allo stato nella precedente figura messo in vista.

3677. **Conchiusione.** Io spero che il leggitore avrà compreso non essere le così dette *Rivoluzioni del Globo* che un modo esagerato d'esprimere i fenomeni naturali del nostro Pianeta. Nè solo si denno tenere in conto di normali ed innocui, ma di benefici alla stirpe sublime destinata a vivere non già oziando su questa *Terra*, ma ricavandone come dissi, col senno e colla mano l'alimentazione fisica del corpo, e morale dello intelletto. Senza i così detti diluvii, cataclismi, dighiacciamenti, avvalli e sollevamenti, la sussistenza materiale degli uomini non si trarrebbe per la metà de' viventi. Ma nuove pianure, nuovi terreni, cessando ognor più quelle grandi cause geologiche, non è da credere si formino ulteriormente. Se adunque gli uomini ancora crescano e moltiplichino come da mezzo secolo indietro al dì d'oggi, solo il miglioramento dell'AGRICOLTURA ne sicurerà l'esistenza.

CAPITOLO XII.

MINERALOGIA AGRARIA.

SOMMARIO. — ART. I. Preliminari. — ART. II. Proprietà de' minerali. — ART. III. Classificazione dei medesimi. — ART. IV. Derivazione mineralogica de' terreni atti alla vegetazione.

3678. La **sostanza materiale** (§ 2542) forma parte essenziale dei corpi organici sia vegetali, sia animali, e più particolarmente compone i corpi inorganici, la cui speciale nozione spetta alla MINERALOGIA; scienza che nello aspetto più generale ha per iscopo la cognizione della interna composizione del

globo, tanto nelle sue grandi masse, quanto ne' particolari corpi che le compongono. Allorchè i primi coltivatori rimuovendo la superficie del campo in cui voleano seminare, cominciarono a scoprire filoni di ferro, d'oro, d'argento, di rame, impresero a servirsi di cunei di ferro per armarne l'informe ceppo di legno, fors'anco di pietra, costituente il primo arnese da dirompere il suolo: poi fabbricarono la scure per abbattere le piante o svellerne le radici che impedivano il passo all'aratro. Quanto i metalli, furono dagli antichi apprezzati il sal comune, il bitume o pece minerale, lo zolfo, le pietre preziose (1), tutti corpi che si comprendono pure dalla MINERALOGIA. La quale si estende a tante sostanze ch'è forse il ramo di scienze naturali che più di frequente cambiò di classificazione. Nel cenno brevissimo che occorre in genere sui minerali, ed a cui è destinato il presente CAPITOLO (perciocchè le particolarità intorno i medesimi trovino acconcio luogo nel IV LIBRO) dirò

ART. I° **Nozioni generali di Mineralogia**
» II° **Proprietà fisiche e chimiche de' minerali**
» III° **Classificazione de' minerali**
» IV° **Derivazione mineralogica del suolo.**

Comprenderò nell'ART. II le nozioni di configurazione e struttura: senza ripetere quanto intorno le proprietà de' corpi ho distesamente premesso nella FISICA AGRARIA (CAP. VII).

Art. I. Nozioni preliminari.

[1] Importanza del minerale nella vegetazione.

5679. **Non omnis fert omnia tellus**, è principio tanto vero quanto antichissimo; voglio dire che il terreno è per qualche cosa nella vegetazione. Chi vuol produrre col solo soccorso del terreno, come chi vuol farlo qualunque sia la natura del medesimo, non può sciogliere il mirabile problema della vegetazione, non dipendendo esso da sola azione meccanica, o solo fisiologica, o solo chimica, ma da quella simultanea di tutte.

5680. Hannovi piante le quali nella loro composizione contengono, e dimostrano all'analisi, moltissimo *nitrato di potassa* quando crescono in mezzo a

(1) Da un passo di ERODOTO si rileva nota agli antichi l'estrazione dell'oro fatta dalle formiche, fenomeno che accade pure in molte parti della LIBIA, e dove sono sabbie aurifere. Nelle quali per iscavare la loro dimora compongono le formiche que' piccoli mucchi, d'onde le minute pioggie trascinano la sabbia e rimangono a scoperto le piccole particelle d'oro non rimosse dall'acqua perciocchè più pesanti. PLINIO ci narra come conoscessero potersi traforare il *diamante* con altro pezzo di *diamante*. La escavazione, trasporto, e collocazione di enormi pietre è luminosamente attestata dalle Piramidi, ove n'esistono di 30 piedi di lunghezza. Le rovine di TANIS, antichissima città, rivelano l'impiego di mattoni crudi fatti d'argilla e paglia, nella costruzione delle sue mura. L'uso dell'allume per guarentire il legno da incendio, e infine la fabbricazione del famoso vitello d'oro, offrono incontestabili prove delle cognizioni mineralogiche dell'antichità.

putredine, o presso concimaie: se cresciute in magro campo, ne danno appena indizio. Che significa egli cotesto? che le piante hanno facoltà di prendere maggiore o minore quantità di materiali secondochè li trovano a loro disposizione; cioè che hanno facoltà di più o meno nutrirsi, ossia di farsi più o meno rigogliose. Infatti, d'altra parte si trova nei cereali copia di *silicati*; di *sali calcarei* invece nei trifogli, *edisari*, ecc.; abbondanza di *potassa* nel maïs, nelle barbabietole; di *cloruro di sodio* nelle chenopodie, nelle atriplici, ed altre vegetanti in simili terreni. Ma se il frumento non trova punto di *silice*, non afforza il suo gambo, protende sul suolo e sterilisce: se il maïs non rinviene *potassa*, non riproduce la sua semenza; e se le chenopodie e compagne non sono in riva al mare per valersi d'atmosfera pregna di sal marino, mal ponno vegetare. Pretendono i chimici col LIEBIG bastevoli le basi, sieno qualunque, purchè valgano a portare nel vegetabile sempre quella data porzione d'ossigeno. Tuttavolta, come si è rimarcato nella CHIMICA AGRARIA, le basi terrose potranno scambiarsi forse tra loro, ma sottentrare alle alcaline ovvero queste porsi in luogo delle terrose?

3681. Certo è che le basi inorganiche, i materiali minerali, si combinano cogli acidi vegetali, e se n'ha stupenda prova nei cristalli detti *Rafidi* dal DECANDOLLE quasi sempre di *ossalato di calce*, e quali si trovano nelle cellule delle piante. Ma oltrecchè queste basi entrano talvolta già combinate ad altri minerali, come gli acidi *solforico*, *silicico*, *fosforico* ecc., se ne trovano delle isolate. Dunque effettivamente servono alla nutrizione vegetale, come le molecole di fosfati concorrono nell'animale a comporre le sue ossa, così i silicati entrano per necessità nella formazione dello stelo del grano, giacchè nulla è realmente più nutritivo, nulla ha maggior titolo d'essere considerato alimento quanto ciò che l'essere organico trae dagli altri corpi per ritenerlo ed assimilarlo al proprio. Se i minerali servono, come vogliono alcuni, quasi come centri intorno a cui s'aggregano le molecole organiche, non meno per questo è a dirsi che giovano al crescimento, della stessa guisa che niuno s'avviserebbe di non ritenere parti dell'animale i denti che a mano a mano sviluppa, benchè servano solo a triturare gli alimenti.

3682. Quando si pon mente alla estrema divisibilità di cui è suscettiva la materia, non ripugna il credere come minimissimi atomi di essa possano venire assimilati dai corpi organici. Non è necessario lo ammettere che assimilazione significhi scomposizione delle sostanze assorbite o apprese da un essere organico: basta intendere per essa, quell'atto di appropriazione per cui in essolui si immedesimano. Noi troviamo nelle piante sino il 14 per 100 di sostanze minerali. La CHIMICA ne rivela l'esistenza; però coi caratteri che assumono nel loro passaggio pel laboratorio del chimico, oltre quello subito nel far parte costitutiva del corpo organico.

[2] Il minerale.

3683. **Il metallo è un minerale**, ma non tutti i minerali sono metalli, come d'ordinario si crede. Seguendo le premesse distinzioni (§ 1954) minerale si dirà qualsisia corpo inorganico, cioè formato di *sostanza materiale* colla dose d'*eterea* che gli compete (§ 2519) ed esclusa affatto la *sostanza organica*.

Per la quale specificazione togliesi l'equivoco di ritener l'aria, e l'acqua per due minerali.

3684. Il **Regno minerale** racchiude 1° i *terreni* geologici; 2° le *rocce* che li compongono; 3° i *materiali* di cui son formate le *rocce*; 4° infine gli *elementi* che costituiscono i *materiali*. Il CAPITOLO della CHIMICA AGRARIA ne ha fatto conoscere gli *elementi*, ed eziandio gran parte dei *materiali*. Quello della GEOLOGIA AGRICOLA le *rocce* e i *terreni*. D'altronde, come avvertii, il IV LIBRO si dedica più specialmente alla nozione de' minerali che interessano all'agronomo, e compongono il terreno coltivabile; resta dunque da esaminare di presente qualche altra particolarità sulla configurazione e struttura de' minerali.

Art. II. Proprietà fisiche e chimiche de' minerali.

[1] Forma de' minerali.

3685. **Regolari od irregolari**: ecco le due categorie principali di forme con cui i corpi inorganici si offrono ai nostri sensi. Sulle prime, dipendenti tutte dalla **cristallizzazione**, stia contento il leggitore benevolo a quanto n' esposi nel CAPITOLO della FISICA AGRARIA dal § 2079 al § 2099. Non parlai tuttavia de' cristalli sformati o vuoi sfigurati: ma dipendono da anomalie; o piuttosto, minutamente sfogliandoli e scheggiandoli con molto accorgimento, si riconoscono provenire quelle accidentalità da irregolari casi di aggroppamento (§ 2088). Le forme poi *sferoidali*, *cilindriche*, a *lente* ecc. conseguono tutte da smussamenti degli angoli, ed altre cause di deformazione egualmente facili a rinvenire.

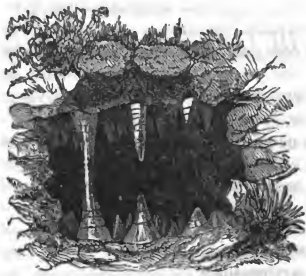
3686. Le **configurazioni accidentali** a *tramoggia*, ad *imbuto* ecc. dipendono da fortuiti modi d'accozzamento dei veri cristalli tra loro; lo stesso accade delle *dendriti*, delle forme *coralloidi* quali dimostra la disposizione a *corallo* della fig. 843..

Fig 843.

3687. Le **stallatiti** piuttosto meritano speciale riguardo per la formazione loro dipendente dalle acque. Queste, quando contengono *acido carbonico*, disciolgono la *calce carbonata* nel feltrare pe' meati della terra: pervenendo a gemere dalla vôlta di qualche sotterraneo, vi depongono lentamente le particelle calcari di cui s'erano inricchite, ed esse raccolgonsi in concrezioni più o meno svariate di cui dà esempio la fig. 844. Ma l'acqua che cade, contiene ancora qualche particella calcare, e la depone in terra goccia per goccia ond'elevasi un altro cono il quale spesso s'unisce alla punta del superiore pendente dalla vôlta della grotta. Riservato a questo il nome di *stallatite*, distinguesi l'altro, ossia l'ascendente, col nome di *stalagmite*. L'*alabastro* è composto di analoghe concrezioni, ovvero allorchè nel riempirsi la caverna

Fig. 844.

coll'accrescersi de' descritti pilastri formati di *stallatiti e stallagmiti* la materia calcarea non viene associata con sostanze straniere. La fig. 845 (§ 2935) porge il disegno di una di cotali grotte.

Fig. 845.

3688. **Geodi** si chiamano i minerali a foggia di reni cavi, il cui interno si riveste di cristalli o *stallatiti*, talora anche solo di materia in polvere di terra, onde il nome.

[2] Struttura del minerale.

3689. Della **struttura cristallina** a bastante s'è detto al CAPITOLO VII.

3690. **Struttura schistosa** chiamasi quella a sottili lamine sovrapposte che agevolmente si fende per divisione delle pagliuzze, fibbre, o foglie componenti il minerale (1) quale n'offre esempio la lavagna ecc. L'altre fogge di struttura, *compatte*, *porose* ecc. dal nome stesso si comprendono. Quella cui dicesi *organica*, si riferisce alle vere *petrificazioni* (§ 3652).

3691. Dell'altre **proprietà fisiche** è fatta sufficiente indicazione, tanto per le proprietà *ottiche* quanto per la *elasticità*, *durezza*, rapporti coll'*elettricità*, col *calorico* ecc. nel citato CAP. VII. Aggiugnerò rispetto alla *durezza*, che fra i caratteri apprezzati dai mineralogi havvi quello della maggiore o minore resistenza sperimentata con lo strisciamento d'una punta d'acciaio. Ad esempio le false pietre preziose si sfregiano cimentandole colle vere, ma queste non vengono da quelle intaccate. Il diamante intacca tutti i corpi, e non è scalfito da veruno. Altro carattere riguardano il produrre scintilla percuotendoli coll'acciaiuolo, dimostrando allora oltre la durezza, la tenacità. La selce scheggia l'acciaio la cui particella slanciata rapidamente nell'aria, s'accende: ma il diamante, quantunque più duro d'ogni altro corpo, è più fragile, onde non vince la tenacità dell'acciaio; quindi non dà luogo a produzione di scintilla.

---

(1) Dal greco σχιστός, *agevole a fendere.*

[3] Proprietà chimiche.

3692. La **ricerca de' corpi elettro-negativi, e delle basi,** di qualche guisa pel CAPITOLO IX si pose in chiaro, per quanto spettar possa all'agronomo. Eziandio delle *analisi* non mancai di far motto.

Art. III. Classificazione de' minerali.

3693. Per **classare** sostanze o corpi di qualsiasi natura, sarebbe necessario chiarire distintamente il significato de' vocaboli *classe*, *specie*, *famiglia* ecc. altrimenti s'ingenera quella confusione che per solito si verifica nelle classazioni de' tre rami di Storia Naturale. E principalmente la *specie* vuol essere ben prefinita, se poi dee farsene la metodica distribuzione. Perchè adunque l'agronomo comprenda di qualche guisa la correlazione esistente fra tante fatta di minerali di cui dee occuparsi tutto giorno, investigherò di volo

1° la loro **specificazione**;

2° la loro **distribuzione**.

Rimemorando l'altre classificazioni de' corpi medesimi nell'aspetto *fisico* quanto nel *chimico*, col poco ch'ora m'accingo ad esporgli, troverà in acconcio luogo la ragione della classificazione de' terreni agricoli, e delle sostanze materiali che li costituiscono.

[1] Specificazione de' minerali.

3694. **Riunire gli esseri per analogie** sopra basi determinate, e formarne le *specie*, costituisce la loro *specificazione*, la cui condizione principale sarà che le dissomiglianze loro si debbano unicamente a circostanze accessorie. I corpi inorganici adunque, analoghi in tutte le proprietà essenziali, che differiscono unicamente per qualche carattere transitorio, si potranno riunire e comporne le *specie*. Alcuni presero a fondamento la costituzione chimica, altri soltanto i caratteri esterni o fisici. L'HAUY, meglio avveduto di tutti, fece calcolo tanto sui caratteri fisici quanto sui chimici.

3695. **L'esterna ed interna conformazione** può infatti accertare la *specialità* d'un corpo o individuo che voglia dirsi. Questo metodo tuttavia aumenta il numero delle *specie*, perciocchè non così facile ad avverarsi la perfetta analogia tanto nell'esterior forma, che nella intima costituzione. Ma seguendo questa via non s'avrebbe nella Scienza l'incomoda necessità di aggiugnere ad ogni momento *specie* nuove, o sopprimere le antiche, ed alterare o sconvolgere affatto le classificazioni anteriormente adottate.

[2] Distribuzione delle specie.

3696. La **classificazione dello Hauy** distribuiva i minerali di questo modo:

I[a] Classe. *Sostanze acide*, composte di un *acido* unito ad una *terra* e ad un *alcali*, ovvero di un *acido libero*.

II[a] Classe. *Sostanze metalliche, eteropside* o prive di splendore metallico, e non riducibili col carbone: di più i corpi indeterminati in cui predomina la *silice*.

III[a] Classe. *Sostanze metalliche, autopside* o dotate di lucicore metallico.

IV[a] Classe. *Sostanze combustibili*, con tutte l'altre di natura così poco nota da non sapersi classificare.

3697. Delle **classificazioni del Berzelius e del Brongniart** non farò motto onde non andar per le lunghe.

3698. **Classificazione del Beudant**. Premette egli queste definizioni:

L' individuo mineralogico è un corpo semplice, un *elemento*, o un insieme d'elementi riuniti in date proporzioni relative.

La specie minerale, esprime la riunione di corpi formati cogli *stessi* elementi, nella *stessa* proporzione, e nel *medesimo* stato d'aggregazione molecolare;

Il genere riunisce le specie più analoghe;

La tribù comprende gruppi di generi;

La famiglia si compone di tribù: quindi gli ordini comprendenti *famiglie*, e le classi formate di *ordini*.

Ma non servirebbe all'agronomo il conoscere tutte queste *specie, generi* ecc. essendo sufficiente il conoscere a suo luogo quali nomi nel sistema del Beudant rispondano agli usuali noti in Agricoltura.

[3] Classazione agrologica.

3699. Dal **regno minerale**, i *sassi*, la *calce*, l'*argilla*, onde ti fabbrichi il tempio e la casa: i *metalli* onde gli strumenti: il *terreno* onde il pane che ti nutre, il vino che t'invigorisce al lavoro, e l'alimento agli animali che ti danno lane e pelli per vestirti, nonchè latte e carne pel tuo migliore sostentamento. Se troppo lungo, fors'anco noievole sarebbe l'apprendere a conoscere i minerali colle classazioni dello Ampère, dello Hauy, o del Beudant ecc. non ti gravi un cenno di ordinamento secondo le loro proprietà, per così dire, più materiali. Dissi la classazione generica difficile, perchè riguardar dee tutte le proprietà e caratteri di ciascuno de' corpi da classificare. Invece quando si limiti a scopo di applicazione, ha riguardo unico alle speciali qualità che a quello scopo si riferiscono; sarà meno scientifica, ma meglio applichevole.

3700. **Classazione agrologica** può essere la seguente (1):

1. Minerali combustibili.
2. » metallici.
3. » terrosi.
4. » salini.

(1) Curti. Storia naturale disposta ecc. Lucerna 1846, pag. 478. Nel IV Libro tengo a calcolo il metodo da seguire per una raccolta di Mineralogia Agricola, secondo le idee del Bianconi prof. G. Batt., pubblicate nel Vol. V delle Memorie della Soc. Agr. di Bologna, pag. 51 e 52.

3701. CLASSE I^a. **Minerali combustibili**: cioè che agevolmente abbruciano, perciocchè tutte le sostanze materiali sieno più o meno combustibili dall'*esca* sino al *diamante*.

I. CARBON FOSSILE, *lignite*, *antracite* ecc.; II. TORBA; III. BITUME o *pece minerale*; IV. PETROLIO, ossia *olio di sasso*; V. SUCCINO o *ambra gialla*; VI. GRAFITE; VII. SOLFO; VIII. DIAMANTE.

De' quali ho addietro esposti bastevoli chiarimenti.

3702. CLASSE II^a **Minerali metallici** a sufficienza descritti nel CAP. IX.

3703. CLASSE III^a **Minerali terrosi**, ossia Pietre e Terre. Possono dividersi in parecchi ordini.

ORDINE I. TERRE SILICEE. *Quarzo*; *Granato; Schisto siliceo; Feldspato.*

ORDINE II. TERRE ARGILLOSE. 1. *Corindone*, composto quasi tutto di allumina, e il cui più bell'esempio è lo *Zaffiro*, non che lo *Smeriglio*, il *Topazio* e il *Rubino*. 2. L'*Argilla* comune (detta impropriamente creta da molti), principale componente della maiolica, terraglia ecc., non meno di estesissimi terreni coltivati. 3. *Schisto argilloso*, onde le lavagne, le pietre degli arrotini. 4. La *Mica*, minerale fogliaceo, lucicante, usato in SIBERIA per vetri da finestre. 5. L'*Alluminite*, da cui ricavasi l'*allume*. In quest'ordine entra pure l'*Argilla da gualchiera* o terra da follatori adoprata per sodare i panni, l'*Ocra* o *terra gialla*, ed altre usate per colori.

ORDINE III. TERRE TALCOSE. La *terra talcosa* purificata è la *magnesia* de'farmacisti. I minerali *talcosi* di frequente appaiono verdastri, untuosi o saponacei. 1. *Talco*, di cui forma varietà la pietra *ollare*. 2. *Serpentino*, che forma intere montagne, spesso di color verde ecc. A quest'ordine appartengono la *schiuma di mare* usata per le pipe: l'*Asbesto* colle sue specie, l'*Amianto*, dotato dell'utilissima proprietà di resistere al fuoco.

ORDINE IV. TERRE CALCAREE. 1. CALCE, della quale s'è detto nel CAP. IX (§ 2930 ecc.). La *pietra da calce*, di cui molte sono le varietà, il *tufo*, lo *spato calcareo*, che pur col fuoco riducesi in calce. 2. Il MARMO o carbonato calcare. 3. Il GESSO, di cui al § 2933.

3704. CLASSE IV. **Minerali salini**: oltre il *sal comune* che non sarebbe più sale (§ 2941), hannovi moltissime sostanze minerali fornite più o meno di analoghe proprietà. Ma non bisogna confondere il sale minerale col sale chimico (§ 2767). 1. *Sale comune*; in forma solida dicesi *Sal gemma*. 2. La *Soda* (§ 2943). 3. Il *Sale di Glauber*, noto come medicina. 4. Il *Nitro* o *Salnitro*. 5. Il *Borace* (§ 2911) ecc. ecc.

Art. IV. Origine mineralogica del suolo.

3705. **L'applicazione delle nozioni del presente Libro** verrà palese ad ogni passo in quelli che seguono. Intanto può fare argomento dell'utilità, o più veramente necessità di possederle, una investigazione succinta intorno la provenienza mineralogica delle principali varietà del terreno coltivabile, la cui formazione geologica si prese in breve esame nel § 3605 e seg.

Nel IV Libro, più specialmente destinato allo studio delle terre, seguirò l'ordine delle diverse loro qualità geoponiche: ora ne spongo di certa guisa i preliminari, secondo l'ordine mineralogico, dichiarando in aggiunta alla Sezione VI del Capitolo precedente, i modi onde le rocce si risolvono in suolo atto più o meno alla vegetazione, e quali risultano i *prodotti* della loro decomposizione.

[1] Decomposizione delle Rocce.

5706. **Meccanica, fisica** o **chimica** può essere la causa o azione valida a distruggere, ossia scomporre una roccia. Ed ecco di qual modo, anco secondo il parere del Gasparin:

5707. 1°. **Meccanicamente**, in *primo* luogo si staccano le parti poco aderenti, per l'azione della gravità quando escono di perpendicolo; in *secondo* luogo per urto o fregamento di corpi duri trascinati dall'acque; in *terzo* luogo inzuppandosi d'acqua disegualmente, onde le molecole più igroscopiche gonfiandosi per maggior copia d'acqua, spostano l'altre meno imbevute; in *quarto* luogo per l'aumento di volume che subisce l'acqua interposta, ghiacciando; in *quinto* luogo per l'azione delle radici che vi penetrano sottilissime, e crescendo ingrossano con vigore incredibile giugnendo a fendere e spaccare massi considerevoli: infine per la continua percossa dell'acqua, o il suo incessante scorrimento che del continuo logora la roccia nella superficie.

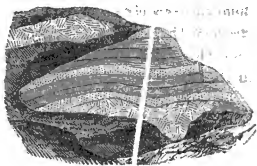
5708. 2°. **Fisicamente**, per l'azione del calore e della elettricità: le così dette rocce metamorfiche (§ 5555) ne dimostrano la potente influenza.

5709. 3°. **Chimicamente**: 1° pe' dissolventi che trae l'acqua con seco, ad esempio l'*acido carbonico* onde vengono scomposti i carbonati terrosi, forse anco i *silicati alcalini*; 2° per l'azione stessa dell'acqua che trae in dissoluzione i sali alcalini, il gesso, e in date condizioni anco la silice; 3° per l'influenza dell'atmosfera che col suo ossigeno agisce sulle parti ossidabili della roccia.

5710. De' **minerali combustibili** (§ 5695) non compie investigare come possano risolversi in terreni coltivabili o in parti de'medesimi, perchè devono concorrere altre nozioni riferibili al IV e V Libro. La fig. 846 ne mostra come il carbon fossile, ad esempio, si trovi carcerato entro rocce di granito e non possa quasi mai venire all'esterna superficie se non coll'opera dello ingegno degli stenti, e de' pericoli del minatore.

Fig. 846.

5711. De' **metallici** fu detto a sufficienza nel Capitolo IX; e quanto possa interessare lo studio del suolo aratorio allorchè ne fanno parte già scomposti e divisi (benchè in quantità non molto considerevoli rispetto agli altri elementi terrosi) spetta al IV Libro, salvo il cenno da leggere più sotto (§ 3731 e seg.), relativo al loro giacimento.

5712. De' **salini** si può avvertire similmente, ch'entrano nella costituzione del terreno coltivo quali elementi accessorii, che in vero modificano profondamente le sue qualità, ne fanno parte notevole solo in casi eccezionali che

non si comprendono nel presente generico studio, relativo alla formazione dei terreni provenienti da scomposizione de' minerali terrosi. Gioverà tuttavolta per gli studii ulteriori conoscere la disposizione in *ammassi* (§ 3753) del *Salgemma*, come rappresenta la **fig. 847.**

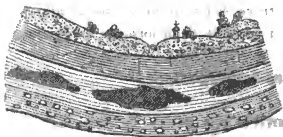



Fig. 847.

Cotali *ammassi* interni di *Salgemma* trovansi però ne' terreni geologici del *Muschelkak* e delle *marne variegate* (§ 3577).

[2] Risultati della scomposizione delle Rocce.

I. Argillacee.

3713. La **origine delle terre coltivabili** per gli studii premessi di GEOLOGIA AGRARIA venne in parte chiarita segnalando la scomposizione del *feldspato*. Ma parecchie altre rocce, in ispecie il *macigno*, forniscono i materiali di cui consta il suolo vegetale, e la MINERALOGIA porge utili indicazioni intorno ai medesimi. Fo capo dalle più comuni.

3714. **Calcari-argillose** e **Calcari-sabbiose.** Queste rocce facilmente cedono all'influenza degli agenti esteriori: gli strati terrosi che ne derivano, argillosi dalle prime, sabbionosi dalle seconde, quantunque d'ordinario di poco spessore, compongono terre assai buone da grano.

3715. **Schisti argillosi**: si risolvono agevolmente, perchè rocce igroscopiche: abbondano talora di quarzo, di pagliuzze di *mica* e d'altri minerali, e la loro scomposizione procede anco a certa profondità sotto la superficie. Le *ardesie* son pure schisti argillosi, e formano banchi estesissimi nel BELGIO, nella BRETAGNA; vengon dette anco *lavagne*, da *Lavagno* ove abbondano nel GENOVESATO. Nella prima decomposizione si riducono in terra azzurrognola, leggera, porosa, e quindi permeabile: alla lunga, le influenze atmosferiche rendono l'*ardesia* biancastra, friabile, dolce al tatto, componendo un terreno soffice che non s' impasta coll'acqua.

3716. Le **rocce arenacee** si modificano sensibilmente per l'azione del fuoco. Le argille cotte nelle fornaci assumono un rosso vivace dovuto all'ossidazione del ferro in esse contenuto. La durezza che acquistano, come quella del vetro, delle maioliche, delle porcellane, devesi al fuoco.

II. Silicee.

3717. Il **quarzo puro**, la **selce**, il **porfido quarzoso**, anzichè scomporsi, riduconsi in polvere, ma unicamente per violenti azioni meccaniche. Se non vi si commischia per ventura alcun poco d'argilla, il terreno che ne risulta non riesce favorevole alla vegetazione più del vetro in polvere.

3718. L'**arenarie** del tutto **silicee** non danno diversi risultati. Però

l'arenarie o grès verdi, contenendo ossido ferroso, argilla ecc., cadono in polvere facilmente per l'azione atmosferica, e producono strati, benchè sottili, di terreno atto a molte colture, in ispecie ove si possa irrigare.

5719. Lo **schisto micaceo**, perciocchè ricco di silicati alluminosi, scomponesi agevolmente in ispecie per l'acqua, la quale penetrando tra le sue lamine col gelare le sospinge e distacca. Spesso separasi la *mica*, e coll'acqua discende nelle vallate lasciando alla vetta del monte un deposito quarzoso infecondo, mentre quello risultante dai frammenti di *mica* costituisce ottimo suolo, nè mai troppo umido o troppo secco.

III. Calcari.

5720. Il **calcare puro, giurassico** o **neocomiano**, non cede guari ad azioni meccaniche. Tuttavolta all'esterior superficie si risolve in istrato terroso, ricco di carbonati, e talora di nitrati, e vestito di vegetabili (*timo*, *serpillo*, *lavanda*). Opera questa dell'acque pluviali; e più delle terrestri cariche d'*acido carbonico*, o *nitrico*. Nelle sue crepacce, posciachè ricolme di quelle materie terrose, afferrano radici di arbusti non che d'alberi come *pini*, *bagolari* ecc. Secondochè il calcare abbonda di sabbia o d'argilla, varia il terreno che ne deriva (§ 5714). Il *calcare* compatto d'origine lacustre, agevolmente si altera esposto all'intemperie e vien detto dal BRONGNIART calcare *marnoso* per la MARNA che contiene, della quale terrò parola nel IV LIBRO.

5721. La **creta** costituisce un calcare bianco terroso. Distempera, e cade in polvere formando un suolo secco e caldo, di cui al IV LIBRO i pregi e i difetti. Gli scrittori georgici spesso abusano il nome di *creta* per denotare terreni argillosi, e lo stesso avviene presso il volgo de' rustici in molte parti d'ITALIA, per avventura più che altrove in PIEMONTE.

5722. Il **Gesso**, roccia parimente calcare (§ 2945) agevolmente scomponesi. Le terre che ne traggono origine, a parere del GASPARIN, formano terre fredde ed umide in inverno, secche e polverose in estate. La vegetazione della quercia in ispecie, nelle colline gessose dell'EMILIA, è sorprendente.

IV. Rocce composte.

5723. Lo **Gneis**, roccia stratificata composta delle stesse sostanze del *granito*, ma con maggiore quantità di *mica*, e con istruttura sfogliata, a rilento si decompone, e riducesi in terreno affatto sterile. Questa affermazione di geologi FRANCESI (1) merita per avventura più accurate osservazioni, conciossiachè, posta la sua composizione analoga a quella del *granito*, non dovrebbe risolversi in terreno del tutto infecondo.

5724. Il **Granito**, roccia massiccia, d'origine ignea, talora soggiace alle rocce stratificate più antiche, o le accompagna: ma qualche volta le penetra in foggia di dicco, o di vena. D'ordinario si compone di tre minerali semplici, *feldspato*, *quarzo* e *mica* e il suo nome ne indica la struttura grossolana o *granulare*. Alcuni graniti agevolmente si decompongono, altri con difficoltà,

(1) DUFRENOY. *Description de la Carte de France*, pag. 111.

anzi uno stesso granito offre questa differenza secondo il luogo in cui si trova. Per la decomposizione del feldspato accade la disgreganza della roccia, e come ho avvertito (§ 3605) il feldspato perde la *potassa* e la *silice*. Il ferro contenuto nella *mica* si ossida compiutamente ed allora la superficie del granito diviene sminuzzevole, mentre al di sotto conserva la sua durezza (1). Per questo avviene l'esterna alterazione delle pietre di granito adoperate a decorazione esteriore dei grandi edificii, mentre si conservano internamente abbastanza intatti per sopportare il peso delle loro facciate. Del resto, il dissi, molte volte il granito è iniettato in altre rocce diverse, come ne dimostra la fig. 848.

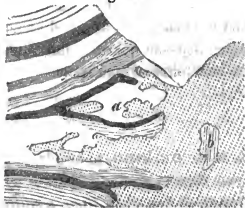



Fig. 848.

3725. Dalla **decomposizione del Granito** risulta una terra argillosa con ghiariccio quarzoso, non appieno infecondo a norma della proporzione tra l'argilla ed il quarzo. Dove questo eccede, la sterilezza è compiuta: dove per l'opposito il suolo risulta da scomposizione di *granito* quasi totalmente *feldspatico*, la fertilezza è massima.

3726. La **terra** de' **scopeti** o **lande**, d'ordinario è il prodotto di scomposizione del *granito*: ma nel IV LIBRO noterò le differenze esistenti tra le varie specie di *lande*, ossia *ericeti*, ed investigherò qua alcun dato della monografia de' terreni granitici descritti da varii Geologi, in ispecie dal DUFRENOY.

V. Rocce vulcaniche.

3727. La **trachite**, varietà di *lava*, si compone essenzialmente di *feldspato* vitreo, spesso unito a cristalli di *feldspato*, che lo assomigliano al *porfido*.

3728. Il **trapp** può considerarsi una *trachite* in cui predominano l'*anfibole* e il *pirossene*. Questa roccia si offre spesso a foggia di grandi tavole che s'elevano l'una sovra l'altra formando gradini, onde lo Svedese vocabolo *trappa* esprimente *scala*.

3729. Il **basalto**, varietà di *trapp*, componesi di *pirossene* e *feldspato*, con istruttura compatta e durezza massima. Il vocabolo etiopico *basal* significa ferro; venne adoperato da PLINIO, e realmente il *basalto* contiene di spesso molto ferro. Vuolsi notare di qual guisa il *basalto* si fa strada talora a traverso strati sedimentarii, spandendosi alla superficie in veli orizzontali. La figura 849 ne porge esempio rappresentando una sezione del monte *Meisner* nell'ASSIA.

3730. Coteste **rocce vulcaniche** sono durissime: tuttavia esse pure si riducono argilla. I rigagnoli e torrenti de' paesi vulcanici trascinano sedimenti

(1) « In Sicilia, il granito sul quale è edificata una porzione delle antichissime mura di « Messina va soggetto a considerabili alterazioni per le ingiurie del tempo e delle meteore. « Andando sotto le mura apparisce un tritume di feldspati, già in parte terrificati, smuo- « vendo il quale si trovano quasi intatti i grani del quarzo e le miche. Siffatto scompo- « nimento però è superficiale, giacchè a cinque o sei decimetri di profondità, rotto il « granito, si scopre sanissimo ». SPALLANZANI, *Viaggi alle Due Sicilie*, Tom. III, pag. 9.

nerastri, e rossastri ch'evidentemente provengono dalla loro scomposizione: ma non è bene accertato di qual modo addivenga. Del valore agronomico de' ter-

Fig. 849.

reni che ne traggono origine premisi un cenno al § 3600: ma per farsi ulteriore idea della resistenza che deon vincere gli agenti esteriori per farne suolo feracissimo giovi osservare nella fig. 850 la celebre grotta detta de' *Formaggi* tra TREVES e COBLENTZ.

Fig. 850.

[3] La Metallurgia.

3731. **Metallurgia** del ferro, dell'oro ecc., chiamano i moderni tanto l'*estrazione* di un metallo dalla miniera, quanto tutti gli altri lavori necessarii per la *riduzione* del minerale metallico a puro metallo atto al consecutivo impiego cui si destina dall'industria. All'agronomo non cale di conoscere il *trattamento* così detto, mediante gli alti forni ecc. onde si sceverano i metalli dalle altre sostanze con cui trovansi riuniti nelle miniere, nè il come da queste s'estraggano la *ganga*, la *galena* ecc. Nella formazione geologica della crosta terrestre (§ 3628) avvennero fenditure, screpolamenti, cavità ecc., e queste hanno dovuto riempiersi di materie, altre da quelle componenti le rocce e strati in cui accaddero le fessure medesime. Materie estranee non dianzi prese in considerazione appunto perchè d'ordinario constano de' minerali metallici, la cui nozione può venire opportuna in ispecie al coltivatore colligiano o alpigiano, giacchè invadono e interrompono que' terreni geologici antichi nel precedente CAPITOLO presi ad esame. Non intendo adunque occuparmi ora dello studio delle miniere

e de' loro metalli, ma solo investigare in quali condizioni per solito si offrano alla superficie del globo.

3732. **Filone** chiamasi il contenuto delle accennate *fenditure* allorchè sono

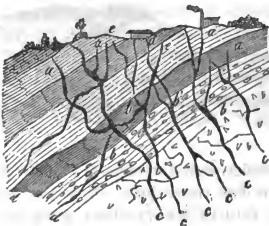
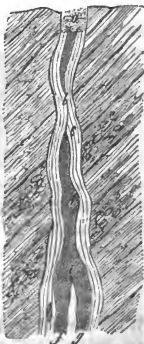
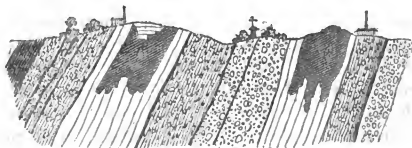
Fig. 851.

ripiene. Spesse volte contengono materie terrose, carbonati calcari, quarzo ecc.: ma più spesso anche sostanze metallifere, benchè queste anco si presentino spianate a guisa di vere stratificazioni. Nella figura 851 scorgesi abbastanza un sistema di *filoni* metallici. Qualche volta la sostanza metallifera forma sottili filoni, mentre altra materia estranea riempie con essi la fenditura, come, ad esempio, dimostrerebbe di qualche guisa la figura 852.

Fig. 852.

Quella sostanza pietrosa cristallina in cui serpeggiano i filoncini metallici, acquista nome in tal caso di matrice del filone.

3733. In **ammassi** presentansi le sostanze metallifere quando riempiono cavità esterne od interne. N'offre esempio il carbonato di *zinco* cogli ammassi C C indicati per sezione dalla figura 853.

3734. Le **proprietà mineralogiche** sarebbero ora da segnalare quelle almeno de' metalli in maggior copia diffusi nel suolo vegetale. Ma s'abbia per bastevole lo studio che

Fig. 853.

ne fu digrossato nel CAPITOLO della CHIMICA AGRARIA: il resto utile a sapere, alla sua volta verrà dischiarato.

5755. **Trascorso di volo** il presente cenno di Mineralogia, vorrà il lettore starsi contento di vederne il seguito e l'applicazione coi Libri successivi. So quanto avrei dovuto soggiugnere, e quanto chiarire con maggiore sviluppo, affinchè l'agronomo comprenda a dovere la natura de' materiali del suo terreno, mentre le nozioni di Chimica agraria gliene possono rilevare gli elementi. So eziandio quanto in pratica la mineralogica cognizione della terra, più che la chimica investigazione suole riuscire profittevole. Ma connettendosi tale studio a relazioni più strettamente *geonomiche*, quindi oltre al debito di breviare il meglio che potessi, riputai dicevole riserbare al citato Libro la più compiuta trattazione della natura e qualità del terreno coltivabile.

Fine del Libro e del Volume.

Lo insieme delle Istituzioni fisiche dovea comprendersi (Prodromo, pag. xxv) nel primo volume della presente Opera, il quale avrebbe contenuto i primi sette Libri, se la somma delle nozioni e la investigazione di quasi tutte le scienze accessorie dell'Agricoltura, non avesse occupato uno spazio ristrettissimo in quanto all'importanza delle scienze medesime, ma soverchio a petto de' limiti in cui l'Opera intera si volea e si vuole tuttora contenere. Quindi col presente Libro s'intende compiere il volume, acciò la sua mole non torni a scomodezza. Del resto il leggitore benevolo non impauri che i seguenti Libri soverchiino troppo l'estensione prestabilita. Il secondo Volume comprenderà gli altri sei Libri delle Istituzioni Fisiche, ed i quattro d'Istituzioni Economiche, onde sarà diviso in due parti che insieme formeranno un Volume minore del presente.

INDICE

DELLE MATERIE.

Considerazioni generali . . . . Pag. XXIX
Pregio dell'Agricoltura — Necessità di procedere — Miglioramenti ottenibili — Mende private — Mende pubbliche.
Piano e scopo dell'Opera . . . . » XXXVII
Estensione delle cognizioni indispensabili — Eccedenze — Limiti — Concetto dell'opera — Arti agricole inseparabili — Necessità del bestiame.
Definizione dell'Agricoltura . . . . » XLIII
Ragioni dell'ordinamento prescelto . . . . » XLV
Teorica e pratica — Pratici assoluti — Motivi dell'ordinamento ecc.
Elenco di alcuni vocaboli agronomici meno comuni, ecc. . . . » LII
Istituzioni scientifiche o Agrologia. — Fondamenti dell'Agrologia . » 1

LIBRO I.

IL MONDO.

Cognizioni generali cosmologiche applicate all'agricoltura . . . Pag. 3
Prenozioni generiche.
Capitolo I. **Aspetto generale della Natura.** — Corpi celesti — Materia — Movimento — Attrazione — Colombo — Galileo — Malpighi — Altri Italiani primi osservatori — Crescenzio — Vegetazione naturale — Steppe e deserti — Vegetazione artificiale — Agricoltura . » 7
» II. **Natura inorganica.** — Esistono delle specie di natura? — Vita della Terra — La vita confusa colla materia — Corpi inorganici ed organici — Materia — Ultimi suoi elementi — Modificazioni — La materia non diminuisce — Attrazione — Repulsione — Movimento — Distinzione dei corpi inorganici dagli organici — Definizione di Linneo . . . . » 13

CAPITOLO III. **NATURA ORGANICA.** — La vita . . . . . . Pag. 19
SEZIONE I. Della vitalità — Corpi organici — Distinzione dagli inorganici — Forza vitale — Causa dell'attrazione della forza vitale . . . . » 20
» II. Insufficienza delle azioni fisiche e chimiche — Attrazione — Sperienza dello Knight — Temperatura — Elettricità — Morta veduta dei Chimici — Teorica del Dumas — Sentenza di Bacone . . . . . » 25
» III. Regno vegetale e Regno animale . . . . » 32
Gradi o manifestazioni della forza vitale 34. — Distinzione fra piante e animali 37. — Diffusione degli esseri organici 44. — Generaziono spontanea 49. — Analogia fra piante e animali 52. — Serie o scala degli esseri 54. — Sonno 56. — Letargo 57. — Morte 58. — Applicazioni al baco da seta 60. — Durata degli esseri viventi 62. — Influenza dell'uomo sulla vitalità 64.
SEZ. IV. Riassunto . . . . » 68
Leggi generali ecc. 68. — Dichiaramento 71.
NOZIONI DI GRANDEZZA E MISURA . . . . » 72
CAP. IV. **ARITMETICA AGRARIA.** — Ragguaglio storico . . . . » 75
SEZIONE I. Sistemi di numerazione — ordinario — duodecimale — binario — positivo — negativo . . . . » 77
» II. Operazioni fondamentali — Applicazioni pratiche . » 82
» III. Frazioni ordinarie — Numeri primi — Ricerca de' divisori — Numeri perfetti . . . . . . » 87
» IV. Frazioni decimali . . . . » 90
» V. Numeri complessi . . . . » 92
» VI. Potenze e radici dei numeri — Applicazioni pratiche » 93
» VII. Proprietà de' numeri — Relazioni — Proporzioni — Progressioni . . . . » 99
1. Proprietà speciali 99. — 2. Relazioni 101. — 3. Proporzioni 102. — 4. Progressioni 106.
» VIII. Logaritmi . . . . » 113
Tavola de' Logaritmi, da 1 a 120 . . . . » 114
» IX. Problemi — Applicazioni . . . . » 119
» X. Aritmetica sociale — Sistema metrico . . . . » 128
1. Misure d'estensione 133. — 2. Misure di peso 164. 3 Misure di tempo 172 — 4. Misure di moneta 174. — 5. Dati statistici 187.
CAP. V. **ALGEBRA AGRARIA** . . . . » 196
SEZIONE I. Operazioni fondamentali, ed equazioni di 1° grado » ivi
ART. 1. Nozioni preliminari — Ragguaglio storico » 199
1. Linguaggio dell'algebra 201. — 2. Lettere e segni 202. — 3. Vocaboli 203. — 4. Osservazioni 205.
» 2. Le quattro operazioni . . . . . » 206
1. Quantità intere 206. — 2. Frazioni 216.
Fondamento razionale delle nozioni ed operazioni preliminari dell'Algebra — Esempii » 221
» 3. Equazioni di 1° grado . . . . » 225
1. Problemi ed equazioni 225. — 2. Risoluzione delle equazioni di 1° grado 226. — 3. Problemi a una sola incognita 228. — 4. Problemi di 1° grado a più incognite 234. — 5. Problemi a due incognite

— Applicazioni 235. — 6. Problemi a tre incognite. — Applicazioni 240. — 7. Riflessi razionali sui problemi. — Applicazioni 243. — 8. Problemi indeterminati di 1° grado. — Applicaz. 248.

SEZIONE II. Equazioni di 2° grado, e potenze superiori . *Pag.* 256

ART. 1. Quadrati e radici . . . . . . » ivi

1. Delle potenze in generale 256. — 2. Potenze e radici di 2° grado 260.

» 2. Problemi di 2° grado . . . . . » 264

1. Equazioni di 2° grado 264. — 2. Problemi di 2° grado. — Applicazioni 266.

» 3. Potenze e radici di 3° grado — Applicazioni » 271

SEZIONE III. Progressioni ed approssimazioni . . . . » 275

ART. 1. Progressioni . . . . » ivi

1. Progressioni per differenza o aritmetiche 275. — 2. Formole per le progressioni aritmetiche e geometriche 280. — 3. Logaritmi 283.

» 2. Frazioni continue . . . . . » 287

» 3. Approssimazioni . . . . » 291

» 4. Intavolazione dei problemi . . . . » 296

1. Problemi generali. — Applicazioni 297. — 2. Problemi derivanti da proporzioni. — Applicazioni 300. — 3. Problemi d'interessi ecc. — Applicazioni 301. — 4. Problemi d'alligazione. — Applicazioni 306. — 5. Problemi di falsa posizione. Applicazioni 308. — 6. Problemi di doppia falsa posizione. — Applicazioni 310.

ART. 5. Permutazioni e combinazioni . . . » 311

» 6. Calcolo delle probabilità . . . . » 315

1. Definizioni ed espressioni della certezza e della probabilità 315. — 2. Probabilità semplice 316. — 3. Probabilità composta 318. — 4. Formola per per gli eventi ignoti 322. — 5. Giuochi 326. — 6. Lotterie 327. — 7. Corollario sul giuoco del Lotto 329. — Dichiaramento 330.

CAP. VI. **GEOMETRIA AGRARIA** . . . . » 330

Ragguaglio storico . . . . » 331

SEZIONE I. Prenozioni e definizioni . . . . » 334

ART. 1. Concetto preliminare e significazione d'alcuni vocaboli . . . . » 335

1. Concetto 335. — 2. Concetto più determinato 337. — 3. Significato d'alcuni vocaboli 341.

» 2. Definizioni . . . . » 344

» 3. Assiomi . . . . » 349

» 4. Postulati . . . . » 350

SEZIONE II. Geometria delle linee . . . . » ivi

ART. 1. Linea retta . . . . » 351

» 2. Preliminari nozioni del circolo . . . » 353

» 3. Degli angoli . . . . » 356

» 4. Preliminari sulle perpendicolari, le oblique e le parallele . . . . » 361

1. Perpendicolari ed oblique 361. — 2. Parallele 369.

» 5. Preliminari sulla misura delle linee e degli angoli . . . . » 379

1. Linee rette 379. — 2. Misure della linee circolari 384. — Misura degli angoli 388. — Mezzi pratici 390.

SEZIONE III. Geometria delle superficie . . . . . *Pag.* 392

ART. 1. Superficie rettilinee . . . . . » 393

1. Triangoli 394.
2. Triangoli simili 402.
Applicazioni. — Altezze accessibili e inaccessibili, distanze inaccessibili 403.
3. Triangoli e tetrangoli 406.
4. Ipotenusa 409.
Applicazioni. — Verifiche di confini e spazi inaccessibili. — Terreni in piano e pendìo 412.
5. Costruzione de' quadrilateri 414.
6. Circoli 416.
Applicazioni. — Confini perpendicolari. — Veicoli 422.
7. Divisione pratica del circolo 424.
8. Altri poligoni regolari 427.
9. Costruzione de' poligoni 432.
Applicazioni intorno ai poligoni regolari. — Prati e campi irregolari. — Canali. — Scoli. — Pavimenti ecc. 438.
10. Poligoni simili 443.
Applicazioni. — Formazione delle piante 446.
11. Poligoni simmetrici 451.
Applicazioni. — Simmetria, strumenti, campi, edifizi 452.
12. Poligoni stellati 454.
Applicazioni. — Strumenti rurali. — Rosa dei Venti 455.
13. Lineo traversali e linee armoniche 456.
Applicazioni. — Distanze inaccessibili. — Punto invisibile. — Strade 458.
14. Area e Planimetria 459.
Applicazioni. — Area dei terreni 464.
15. Riduzione e divisione dei poligoni 467.

ART. 2. Superficie curvilinee . . . . . » 470

1. Circolo 473.
Quadratura del circolo 480.
Applicazioni. — Diametro di una vasca. — Giri delle ruote. — Meridiano. — Superficie di una vasca 483.
2. Elisse 485.
Curve analoghe all'elisse 489. — Ovale 491.
3. Spirale 491.
4. Parabola 494.
5. Iperbole 496.
6. Cicloide 497.
7. Catenaria 499.
8. Assintoto o concoide 500.
9. Evoluta 501.
10. Curve con inflessione 502. — 11. Riflesso pratico sulle curvature 503. — 12. Misura delle curve 506.

SEZIONE IV. Geometria dei solidi ossia a tre dimensioni . » 507

ART. 1. Solidi a superficie piane . . . . » 508

1. Punto nello spazio 509. — 2. La linea e il piano 511. — 3. Le perpendicolari e il piano 513. — 4. Le parallele e il piano 518. — 5. Angoli solidi

518. — 6. Tetraedro 522. — 7. Piramide 526. — 8. Prisma 530. — 9. Parallelepipedo 532. — 10. Cubo 534. — 11. Poliedri regolari 535. — 12. Confronto tra la superficie dei poliedri 538. — 13. Confronto tra i volumi dei poliedri e dei tronchi di poliedri 540.
14. Volumi e pesi 547.

ART. 2. Solidi a superficie curve . . . . *Pag.* 548
1. Delle superficie curve in generale 550. — 2. Cilindro 554. — 3. Cono 561. — 4. Sfera 572. — 5. Altri solidi di rivoluzione 584. — 6. Altri solidi irregolari 587. — 7. Confronto dello superficie de' solidi curvilinei 590. — 8. Misura e confronto dei volumi 594. — 9. Cenno di applicazioni 598. — 10. Superficie a doppia curvatura 605.

SEZIONE V. Geometria descrittiva . . . . » 609
1. Che intendesi per disegno 611. — 2. Che intendesi per prospettiva 612. — 3. Che intendesi per Geometria descrittiva 614.

ART. 1. Nozioni essenziali di Geometria descrittiva » 616
1. Definizioni 616. — 2. Proiezione del punto 618. — 3. Proieziono delle linee rette 621. — 4. Proiezioni de' piani 623. — 5. Proiezione de' solidi 624.

» 2. Applicazione pratica o prospettiva . » 626
1. Definizioni e principii fondamentali 627. — 2. Rappresentare oggetti posti sull'orizzonte 632. — 3. Prospettiva d'oggetti nello spazio 635. — 4. Esecuzione pratica 638.

» 3. L'ombra . . . . » 642
1. Cos'è l'ombra 642. — 2. Corpi rettilinei e curvilinei 644. — 3. Cosmologica provvidenza 646.

NOZIONI DI PROPRIETA' O FENOMENI . . . . » 648

CAP. VII. **FISICA AGRARIA** . . . . » ivi

SEZIONE I. Nozioni generiche preliminari . . . . . » 654

Ragguaglio storico . . . . » ivi

ART. 1. Necessità e comprendimento di questi studi » 655
1. Necessità di questi studi — Errori 656. — 2. Comprendimento di questi studi 659. — 3. Alcune definizioni generali 662.

» 2. Il mio concetto . . . . . . » 667
1. Idea preliminare 667. — 2. Idea concreta 669. — 3. Epilogo 672.

SEZIONE II. Della Sostanza Materiale ossia Fisica Agraria dei Corpi ponderabili . . . . . . » 674

ART. 1. Forze generali della materia. . . . » 675
1. Lo stare e il moto 676. — 2. Attrazione 682.
1. Attrazione universale 682. — 2. Gravità 685. — 3. Attrazione molecolare 697. — 4. Affinità 702.
3. Impulsione 704. — 4. Forza vitale 706. — 5. Animalità 707.

ART. 2. Vario stato della materia . . . . » 709
1. Cause che lo determinano 709. — 2. Prefinizione di cinque stati della materia 713.

ART. 3. Proprietà della Sostanza Materiale. . *Pag.* 716
1. Proprietà generali 717. — 2. Proprietà particolari 728.
» 4. Solidi . . . . » 732
1. Struttura dei solidi 733.
1. Generalità 733.—2. Cristallizzazione 737.
2. Proprietà speciali 750.
» 5. Liquidi . . . . » 754
1. Statica de' liquidi o idrostatica 755.
1. Condizioni d'equilibrio 756.—2. Studio delle pressioni 757. — 3. Vasi e liquidi diversi 762. — 4. Recipienti comunicanti 764. — 5. Arte del livellare 765. — 6. Struttura de' liquidi 678. — 7. Liqnidi e solidi 773. 8. Pesi specifici 778.
2. Dinamica de' liquidi o idrodinamica 789.
1. Foronomia 790.—2. Influenza de' tubi addizionali 796.— 3. Portata d'acqua 797.— 4. Onde, oscillazione 798.— 5. Macchine 800 —6. Capillarità 801. — 7. Endosmosi 807.
ART. 6. Vapori e gas . . . . » 810
1. Proprietà dei fluidi aeriformi 812.
1. Proprietà generiche 812.—2. Alcune applicazioni 813.
2. Statica degli aeriformi o aereostatica 816.
1. Macchina pneumatica 816.—2. Pressione e barometro 820.— 3. Peso degli aeriformi 824. — 4. Condizioni d'equilibrio 826.— 5. Studio delle pressioni 827.— 6. Ambienti e aeriformi diversi 829. — 7. Struttura degli aeriformi 830.
3. Del moto degli aeriformi, ossia aereodinamica 833.
1. Sgorgo per fori e tubi 834.—2. Vento 838. — 3. Vibrazione, rumore, suono 841.
SEZIONE III. Sostanza Eterea . . . . » 849
ART. 1. Della Luce . . . . » ivi
1. Generalità 852. — 2. Luce diretta, ossia ottica 853. —3. Fotometria 857. — 4. Luce riflessa o catottrica 862. — 5. Luce rifratta o diottrica 865. — 6. Prisma; decomposizione della luce 872. — 7. Colori de' corpi 874. — 8. Diffrazione 878. — 9. Interferenza 880. — 10. Luce dispersa 881. — 11. Bifrazione 881. — 12. Polarità 882. — 13. Sorgenti di luce 883. — 14. Visione 888. — 15. Strumenti ottici 890.
ART. 2. Del calorico . . . . » 894
1. Generalità 893.—2. Effetti generati dal calorico 896.
1. Dilatazione 896. — 2. Strumenti termometrici 898. — 3. Mutazioni di stato 901.
3. Leggi onde si governa il calorico 964.
1. Propagazione del calorico 904. — 2. Trasmissione pe' corpi 908. —3. Raffreddamento 913.—4. Condizioni conformi alla luce 916. — 5. Sorgenti di calorico 918.
ART. 3. Della Elettricità . . . . » 924
1. Elettricità naturale 926. — 2. Elettricità artificiale 932. — 3. Altre sorgenti d'elettricità 933. — 4. Fulmine e parafulmine 937. — 5. Grandine e paragrandine 939. — 6. Telegrafia elettrica 944.

ART. 4 Del Magnetismo . . . . . . Pag. 942
» 5. Identità e singolarità delle quattro forme della Sostanza Eterea . . . . . » 944
1. Identità degli imponderabili 945. — 2. Singularità degli imponderabili 947.
SEZIONE IV. Sostanza Organica . . . . » 951
Forza vitale 952. — Generazione spontanea 956. — Influenza delle forze fisiche — Scambio degli effetti nelle cause 957. — Conclusione 958.
CAP. VIII. **MECCANICA AGRARIA** . . . . » 959
ART. 1. Generalità . . . . » 961
» 2. Studio delle macchine in equilibrio . » 963
1. Della leva 964. — 2. Pressioni dei punti d'appoggio 967. — 3. Della carrucola 968. — 4. Piano inclinato 970.
» 3. Studio delle macchine in moto . . » 972
1. Quantità del lavoro 974. — 2. Azione delle forze 976. — 3. Trasmessione dell'azione delle forze 978.
» 4. Attriti ed altre resistenze . . . . » 980
1. Attrito di prima specie 980. — 2. Attrito di seconda specie 982. — 3. Rigidezza delle funi 984. — 4. Dell'attrito nel cuneo 985.
» 5. Studio generico de' motori o dei meccanismi » 986
1. Motori inanimati 988.
Gravità 988. — Aria 990. — Acque correnti 995. — Calorico 998.
2. Motori animati 1003.
L'uomo 1004. — Il cavallo 1012. — Il mulo e l'asino 1013. — Il bue 1013.
3. Degli strumenti ed attrezzi 1014.
4. Riflesso intorno gli utensili rurali 1024.
5. Carri ed altri veicoli 1025.
6. Rotismi e ingranaggi 1027.
7. La vite perpetua 1029. — 8. Calcoli economici 1030.
CAP. IX **CHIMICA AGRARIA** . . . . » 1035
SEZIONE I. Generalità di Chimica Agraria . . . . . » 1036
ART. 1. Investigazioni preliminari . . . . » 1039
1. Della Chimica in genere 1039. — 2. La Chimica Agraria 1040. — 3. Dichiaramento 1042.
» 2. Nozioni generali . . . . . . » 1046
1. Analisi e sintesi 1046. — 2. Azione chimica 1049.
» 3. Operazioni chimiche . . . . . » 1051
1. Laboratorio del Chimico agronomo 1051. — 2. L'agronomo chimico operatore 1057.
1. Procedimenti di separaziono 1057. —
2. Procedimenti di eliminazione 1059. —
3. Procedimenti di trasformazione 1061. —
4. Procedimenti di combinazione 1063.
3. Materiali occorrevoli 1064.
» 4. Linguaggio chimico . . . . . » 1064
1. Nomi generici 1065. — 2. Nomi de' corpi semplici 1068. — 3. Nomi de' composti binarii 1070.

1. Ossigenati 1070. — 2. Composti senz'ossigeno 1071.
4. Nomi dei sali 1072. — 5. Idrati 1073. — 6. Equivalenti 1074. — 7. Simboli 1079. — 8. Formole 1080. — 9. Proporzioni chimiche 1081.

SEZIONE II. Chimica Agraria della Sostanza Materiale . . *Pag.* 1083

ART. 1. Metalloidi . . . . » 1084

1. Ossigeno 1086. — 2. Idrogeno 1090.
Acqua 1092. — Acqua ossigenata 1098.
3. Azoto 1098.
Aria 1101. — Acido nitrico 1109. — Gas ammoniaco 1109. — Sali ammoniacali 1113.
4. Solfo 1114.
Acido solforico 1116. — Solfati 1117. — Acido solfidrico 1117.
5. Carbonio 1118.
Acido carbonico 1119. — Carburi d'idrogeno 1124. — Cianogeno 1125. — Solfuro di carbonio 1125.
6. Cloro 1125. — 7. Jodo 1126. — 8. Fluore 1127. — 9. Fosforo 1128. — 10. Arsenico 1130. — 11. Boro 1130. — 12. Silicio 1131.

ART. 2. Metalli . . . . » 1132

Prima classe. Metalli terrosi . . » 1133
1. Alluminio 1136. — 2. Calcio 1136. — 3. Magnesio 1139. — 4. Potassio 1140. — 5. Sodio 1142. — 6. Bario 1143. — 7. Manganese 1143.
Seconda classe. Metalli malleabili . » 1146
1. Ferro 1147. — 2. Rame 1148. — 3. Piombo 1149. — 4. Zinco 1150. — 5. Stagno 1150. — 6. Argento 1151. — 7. Oro 1151. — 8. Mercurio 1151.
Conchiusione sui metalli . . . . » 1152

SEZIONE III. Chimica della Sostanza Eterea . . . . » 1153

ART. 1. Cognizione chimica del Calorico . . » ivi

1. Calorico statico 1154. — 2. Calorico dinamico 1155.
1. Mutazioni di stato ne' corpi 1155. — 2. Combustione 1156.

» 2. Cognizione chimica della Luce . . » 1162

» 3. Cognizione chimica dell'Elettricità e del Magnetismo . . . . » 1165

SEZIONE IV. Chimica Agraria della Sostanza Organica . . » 1167

ART. 1. Dubitazioni preliminari . . . . » ivi

1. Esiguità dell'organismo 1168. — 2. Proprietà della sostanza organica 1169. — 3. Concetti e procedimenti chimici 1171.

» 2. Nozioni generali di Chimica Agraria della sostanza organica . . . . . » 1173

1. Indizi chimici d'organicità 1175. — 2. Monadi e molecole organiche 1176. — 3. Azioni speciali della sostanza organica 1177. — 4. Costituzione chimica dei corpi organici 1179. — 5. Analisi delle sostanze organiche 1181. — 6. Ricerca del carbonio e dell'idrogeno 1186. — 7. Ricerca dell'ossigeno 1188. — 8. Ricerca dell'azoto 1188. — 9 Nomenclatura de' composti organici 1193.

ART. 3. Chimica agraria de' corpi organici . *Pag.* 1193
Sostanze vegetali . . . . . » 1194
1. Del succhio o linfa vegetale 1195. — 2. Del succhio discendente 1196. — 3. Succhii nutritivi 1198.
I. Gomma 1198. — II. Fecola o amido 1199. — III. Zucchero 1202. — IV. Lignina 1203.
4. Succhii di secrezione 1203.
5. Escrezioni o secrezioni escrementizie 1204.
I. Volatili 1204. — II. Escrezioni acide 1204. — III. Escrezioni caustiche ed altre di ghiandole e peli 1205. — IV. Escrezioni vischiose di scorze e foglie 1205. — V. Escrezioni cerose 1205. — VI. Escrezioni diverse 1206. VII. Escrezioni di nettarii ed organi sessuali 1207. — VIII. Succo dei frutti 1207. — IX. Escrezioni delle radici 1208.
6. Secrezioni recrementizie, o succhi proprii 1209.
I. Succhi lattiginosi 1209. — II. Succhii resinosi, gommo-resinosi 1211. — III. Olii essenziali o volatili 1212. — IV. Olii fissi o grassi 1212.
Prospetto di produzione d'olio 1214.
Prospetto dell'olio d'olivi secondo l'età loro 1215
7. Secrezioni locali stabili 1216.
I Acidi 1216.—II. Materie azotate o albuminoidi 1219. — Albumina 1219. — Glutine 1220. — Caseina 1222. — III. Alcaloidi 1223. — IV. Sostanze resinoidi 1223. — V. Sostanze astringenti 1224. — VI. Sostanze coloranti 1224.
Sostanze animali . . . . . » 1225
1. Sostanze ossee 1227. — 2. Sostanze cornee 1228. — 3. Sostanze molli 1229. — 4. Sostanze albuminoidi 1230. — 5. Materie grasse 1230. — 6. Sostanze liquide 1231. — 7. Principii immediati 1231.
1. Azotati 1231. — 2. Non azotati 1233.
8. Secrezioni 1234.
I. Orine 1234. — II. Escrementi 1235.
ART. 4. Chimica agraria de' corpi organizzati viventi » 1238
I. Agenti esteriori . . . . . » 1239
1. Aria 1239. — 2. Azione dell'uomo 1241. — 3. L'acqua 1242. — 4. Agenti diversi 1243.
II. Sostanze organizzate . . . . » 1244
1. Chimico studio del sangue 1244. — 2. Linfa animale 1248. — 3. Chilo 1248. — 4. Latte 1249.
III. Funzioni chimiche della sostanza organizzata . . . . . . » 1251
1. Monade, o elemento organico 1253. — 2. Atomo o elemento materiale informativo dell'organamento 1255. — 3. Ente o elemento etereo informativo di organamento 1256. — 4. Prendimento o introduzione delle sostanze estranee dell'organamento 1257. — 5. Digestione o prima elaborazione 1258.
I. Digestione stomatica 1258. — II. Suco gastrico 1260. — III. Opera della digestione 1262. — IV. Digestione intestinale 1262. —

V. Effetti operati dalla digestione 1263. — VI. Riflessi sul lavoro della digestione 1264.
6. Circolazione o seconda elaborazione 1265. — 7. Respirazione 1268. — 8. Nutrizione 1270.
I. Elementi plastici respirativi 1270. — II. Alimenti 1272. — III. Lavoro della nutrizione 1275. — IV. Effetti dell'alimentazione 1278.
9. Secrezioni 1280. — 10. Riproduzione 1280. — 11. Evoluzione 1282.

ART. 5. Chimica agraria de'corpi organici e organizzati dopo cessata la vita . . . . *Pag.* 1283
1. Tre riflessi importanti 1283. — 2. Che intendi per fermentazione 1285. — 3. Che intendi per putrefazione 1289. — 4. Corruzione 1290. — 5. Perniciosi effetti della disorganizzazione 1291.

PRODOTTI chimici della scomposizione spontanea de' vegetali . . . . » 1292
1. Pane . . . . » 1293
2. Bevande fermentate . . . . » 1295
3. Fabbricazione dei letami . . . » ivi

SEZIONE V. Il mio concetto — Aforismi e Proposizioni . . . » 1300

CAP. X. ASTRONOMIA AGRARIA . . . . » 1310
1. Aspetto del Cielo . . . . . » 1313
1. Quale il veggiamo 1313. — 2. Quale il rappresentiamo 1315.
2. Corpi Celesti . . . . . » 1316
3. Sistema Solare . . . : . » 1318
1. Sistema Cosmico 1318. - Sistema Solare 1320.
4. Sole . . . . » 1323
5. Gli Astri . . . . » 1327
6. I Pianeti . . . . » 1332
7. Le Comete . . . . » 1334
8 Areoliti, Bolidi, Stelle cadenti ecc. » 1336
9. La Terra . . . . » 1337
10. La Luna . . . . » 1339
11. L'Eclissi . . . . » 1343
12. Calendarii e Lunarii . . . . » 1349

CAP. XI. GEOLOGIA AGRARIA . . . . » 1354
SEZIONE I. Geologia preliminare . . . . » 1355
1. Il nostro globo . . . . . . » ivi
2. La Terra secondo gli antichi Italiani » 1356
3. La Geologia dell'Agricoltore . . » 1357
SEZIONE II. Geografia agraria o cognizione generica della superficie della Terra . . . . » 1359
ART. I. Nozioni preliminari . . . . . » 1360
» II. Geografia Universale . . . . . » 1362
» III. Geografia Matematica . . . . » 1363
» IV. Geografia Fisica . . . . . » 1364
1. Terra . . . . » 1365
2. Acqua . . . . » 1366
» V. Geografia Botanica . . . . . . » 1368

ART. VI. Geografia Zoologica . . . . . Pag. 1370
» VII. Geografia Antropologica . . . . » 1371
SEZIONE III. Geognosia, o cognizione della struttura terrestre » ivi
ART. I. Struttura in genere della scorza terrestre » 1372
» II. Litologia, o descrizione generica de' materiali componenti la scorza terrestre . » 1375
1. Sostanze materiali . . . . » 1376
2. Caratteri generali delle rocce . » 1377
3. Struttura delle rocce . . » ivi
4. Rocce ignee . . . . . » 1378
5. Rocce acquee o sedimentarie . » 1379
6. Particolarità delle rocce . . » ivi
7. Fossili . . . . » 1380
ART. III. De' terreni e strati che costituiscono la crosta terrestre, o Stratigrafia . . » 1381
1. Definizioni . . . . . » ivi
2. Le stratificazioni . . . . » 1382
3. Indicazione de' Terreni geologici » 1384
4. Descrizione de' Terreni geologici. » 1385
SEZIONE IV. Geogonia, o cognizione della formazione terrestre » 1389
ART. I. Esistenza attuale della Terra . . » ivi
1. Due fatta di terreni . . . . » 1390
2. Terreni approntati dal fuoco . » ivi
3. Terreni approntati dall'acque . » 1392
4. Successiva riduzione dei terreni » 1393
5. Stratificazione attuale . . » 1394
6. Instabilità del suolo attuale . » 1395
7. Conchiusione sullo stato attuale » 1397
ART. II. Esistenza passata della Terra . . » 1400
1. Origine cosmologica . . . » ivi
2. Primitiva corteccia . . . » 1401
3. Sollevamenti e montagne . » 1402
4. I Vulcani . . . . . . » 1403
5. Formazione Nettuniana . . » 1404
6. Altre cause di formazioni . . » 1405
7. Temperatura antica . . . » 1406
8. Natura organica antica . . » 1407
I. Fossili ne' terreni emersi 1407. — II. Fossili d'alluvioni e caverne 1409. — III. Fossili del tempo antico 1410. — IV. Regolare sviluppo della Natura organica 1413.
ART. III. Esistenza futura . . . . . » 1414
1. Se le perturbazioni della Terra aumenteranno . . . . » ivi
2. Sarà per cambiare la temperatura? » 1415
3. Se il suolo vegetale possa aumentare » 1416
4. Se la specie umana possa dimiuuire » 1417
SEZIONE V. Geonomia, o cognizione della superficie terrestre coltivabile . . . . » 1418
CAP. XII. MINERALOGIA AGRARIA . . . . » 1421
ART. I. Nozioni preliminari . . . . . » 1422

1. Importanza del minerale nella vegetazione . . . . Pag. 1422
2. Il minerale . . . . . » 1423
ART. II. Proprietà fisiche e chimiche de' minerali » 1424
1. Forma de' minerali . . . . » ivi
2. Struttura de' minerali . . » 1425
3. Proprietà chimiche . . . » 1426
ART. III. Classazioni de' minerali . . . . » ivi
1. Specificazione de' minerali . » ivi
2. Distribuzione delle specie . . » ivi
3. Classazione agrologica . . » 1427
ART. IV. Origine mineralogica del suolo . . » 1428
1. Decomposizione delle Rocce . » 1429
2. Risultati della scomposizione delle Rocce . . . . . » 1430
I. Argillacee 1430. — II. Silicee 1430. — III. Calcari 1431. — IV. Rocce composte 1431. — V. Rocce Vulcaniche 1432.
3. Metallurgia . . . . . » 1433
Fine del Libro e del Volume . . . . » 1435